

RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

Seduta del 18 maggio 1913.

F. D' OVIDIO Vicepresidente.

MEMORIE E NOTE

DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

Geologia — *La zona serpentinoso della Liguria occidentale.*

Nota II del Socio CARLO DE STEFANI.

Età della zona serpentinoso.

Possiamo dunque concludere che nella regione esaminata a ponente della Polcevera i calcari triassici formano non già un anticlinale unico, bensì una serie di cupole anticlinali e di ellissoidi distinte, interrotte negli strati esteriori prima della sovrapposizione delle rocce più recenti; ellissoidi aventi direzione meridiana salvo lievi spostamenti prodotti dai moti più recenti dei terreni circostanti.

La medesima disposizione ad anticlinale si ripete nelle rocce tutte che sovrastano al Trias. Queste rocce continuano dal lato occidentale a quello orientale e costituiscono una sola formazione ed appartengono ad una medesima età.

Quest'ultimo concetto era già stato quello del Pareto e di quelli che avevano attribuito quei terreni all'Eocene. Issel e Mazzuoli, come già dissi, avevamo ritenuto i terreni ad occidente diversi da quelli ad oriente e più antichi del trias; poi altri ritenne prevalentemente secondari i primi, eocenici i secondi. Il Baldacci da ultimo ritiene pure quei terreni tutti d'una medesima età ma tutti li ritiene secondari.

Occorre tornare all'opinione del Pareto rimessa ora a giorno per quanto riguarda l'unicità dei terreni da Termier e Boussac e da me pure anticamente seguita. Invero nei dintorni di Voltaggio si osserva la sovrapposizione stra-

tigrafica regolare dei terreni ora ricordati ad altri che già appartengono all'Eocene.

Sul Lemme, poco a monte di Voltaggio, tra la Ferriera vecchia e Casa Ruzzo essi schisti e Serpentine si sovrappongono ad una evidente cupola di arenaria punto metamorfosata quale nell'Appennino appartiene all'Eocene medio ⁽¹⁾, ed alla sorgente solfurea popolare di Voltaggio sulla sinistra del Morsone parimente circondano e ricoprono calcari screziati forse con piccole nummuliti che ordinariamente si attribuiscono alla parte inferiore dell'Eocene medio ⁽²⁾.

Non può sfuggire la conclusione che cotali terreni appartengano all'Eocene superiore e siano perfettamente equivalenti a tutte le altre zone schistose e di rocce verdi che nell'Appennino oramai per quasi unanime consenso, il Sacco eccettuato, sono attribuite all'Eocene superiore.

Un qualche dubbio a questa attribuzione potrebbe essere e fu accampato per via del rovesciamento, finora non ammesso, degli strati calcarei ad *Helminthoidea* sulla sinistra della Polcevera. Questi secondo le Nummuliti trovate nei dintorni di Firenze già appartengono all'Eocene superiore. In mezzo e sotto, lungo l'Alta Scrivia, come altrove in Toscana, sono altre ar-

(1) Recentemente il Pantanelli (*Sulla estensione dell'Oligocene nell'Appennino settentrionale*, Atti Soc. Naturalisti, Modena vol XIII, 1912), tenendo una strada opposta a quella del Lotti e del Sacco i quali attribuiscono all'Eocene arenarie e marne dell'Appennino antiche e recenti, ritiene sieno Mioceniche non solo le marne arenacee subappennine, ma anche le arenarie dell'Appennino Emiliano, che egli chiama arenarie centrali. Le ritiene inoltre sovrapposte alle argille scagliose che egli conserva nell'Eocene. È possibile che alcuni degli strati ad *Orbitoides* indicati dal Pantanelli si trovino entro arenarie mioeniche litologicamente identiche a quelle che egli chiama centrali; ma queste ultime, anche nell'Emilia, certo sono stratigraficamente sottostanti alle argille scagliose della zona serpentinosu ed appartengono all'Eocene medio, come lo mostrano anche i fossili trovativi nell'Appennino Fiorentino ed Umbro. Esse bensì sovrastano ad argille scagliose rosse senza Serpentine, le quali sono, è vero, attribuite alla Creta nelle Carte dell'Ufficio geologico confinanti con l'Emilia, ma contengono invece in abbondanza ed ovunque calcari Nummulitici appartenenti alla parte inferiore dell'Eocene medio. Nemmeno è esatto che nelle argille scagliose della zona serpentinosu non si sieno trovati fossili macroscopici proprio in posto. Se ne trovarono bensì, specialmente appartenenti a pesci, ed altri vertebrati. L'inesatto comprendimento di questi fossili che alcuni ritennero cretacei, donde i dubbi relativi, dipende da ciò che si vogliono paragonare tutti i nostri terreni eocenici con quelli classici dell'Europa settentrionale e d'altrove, anche d'Italia: ma questi appartengono a regioni più o meno littorali; mentre le nostre argille scagliose dell'Eocene superiore appartengono ad un tipo di mare profondissimo che non ha termini di paragone altrove, o li ha scarsissimi e mal noti, e principalmente fra terreni cretacei. Del resto è noto ormai che tra le faune cretacee e quelle eoceniche, anche fra quelle littorali più note, vi hanno termini gradualissimi di passaggio. Stratigrafia e paleontologia, checchè si dica, distinguono benissimo nell'Appennino i terreni eocenici da quelli mioenici.

(2) È singolare l'analogia col calcare a piccole Nummuliti di Soveria in Corsica.

gille schistose con Pietra forte già attribuite all'Eocene medio, donde, da S. Olcese provenne un fossile che fece molto confondere perchè il Pareto lo attribuì ad un Ammonite, mentre probabilmente si trattava di una di quelle Idromeduse (*Lorensinia*) o secondo il Simonelli Oloturie ⁽¹⁾ che da simili terreni provengono. Ora quei calcari da Genova lungo la Polcevera e la Scrivia inclinano, talora arditamente, verso est, cioè sopra gli schisti argillosi delle zone fin qui descritte, non sotto come parrebbe dovesse essere. Ma che si tratti di un rovesciamento della gamba occidentale d'un anticlinale lo prova il fatto che procedendo verso oriente, verso la Trebbia ed il rimanente Appennino, anche nei colli ad est di Genova, quei calcari si raddrizzano e formano veri e propri anticlinali lunghi e regolari la cui gamba orientale regolare sottostà di nuovo regolarmente alle zone schistoso-serpentinose della Liguria e del Piacentino. Non ammettendo il rovesciamento del lato occidentale converrebbe ammettere quello del lato orientale, ciò che sarebbe in contrasto con la situazione stratigrafica dei calcari ad *Helminthoidea* in tutto il rimanente Appennino.

Questi calcari ad *Helminthoidea* mancano ad occidente della Polcevera alla base della medesima zona serpentinoso, o per lo meno appaiono forse più ad occidente più o meno alterati; ma ciò non stupirà alcun geologo il quale abbia veduto come, nelle regioni assai turbate, intere serie di terreni manchino anche a brevi distanze.

Vero è che procedendo da Genova verso Levante, verso S. Fruttuoso il rovesciamento dei calcari presto scompare ed essi pendono regolarmente ad ovest; così pure procedendo dal mare verso settentrione il rovesciamento diminuisce e talora scompare.

A valle di Ronco sulla Scrivia notansi strati verticali e talora pendenze sotto agli schisti. Si direbbe dunque che questi siensi depositati regolarmente sopra i terreni d'età precedente e che, per la assai diversa plasticità delle rocce, il lembo occidentale dell'anticlinale dei calcari ad *Helminthoidea* vi si è rovesciato sopra.

Non sto a fare ipotesi sullo stato nel quale potevano trovarsi i calcari triassici prima che gli schisti eocenici li coprissero. Una simile e sì costante discordanza fra Trias medio ed Eocene superiore comune a tutta la riviera fra Genova e Savona non si verifica più ad oriente nell'Appennino e ad occidente nelle Alpi Marittime, ed attesta forse una emersione od una intensissima abrasione nel tempo eocenico immediatamente precedente le eruzioni delle Peridotiti.

Pure le ellissoidi di Trias medio, se già non formate prima, hanno probabilmente risentito i movimenti delle rocce eoceniche, a giudicare dal loro regolare allineamento coerente a queste, dalle locali penetrazioni fra

⁽¹⁾ V. Simonelli, *Intorno alcune singolari paleoicniti del Flysch appenninico* (Mem. Acc. Sc. Bologna 1905).

Eocene e Trias, e dagli spostamenti in senso orizzontale che pure hanno subito.

Ciò che fece dubitare della contemporaneità degli strati schistosi ad est delle ellissoidi predette e delle rocce verdi ad ovest fu principalmente la grande massa di queste fra Genova e Savona maggiore che in qualsiasi altra parte dell'Appennino. Probabilmente fu colà uno di quei principali centri di eruzione che io altrove cercai stabilire ⁽¹⁾. Senza cercar d'indagare il meccanismo degli spostamenti avvenuti durante e principalmente dopo l'Eocene, pure è forza ammettere che l'esistenza di una massa così compatta e tenace come quella delle rocce verdi fra Genova e Savona deve aver avuto una azione predominante nella distribuzione di quegli spostamenti e nella stessa disposizione delle ellissoidi triassiche che quasi ne segnano il termine.

È un fatto che pur secondo le recenti osservazioni litologiche di Rovereto, Franchi, Martelli e mie le rocce verdi Saxoniti, Lherzoliti, Serpentine, Gabbri, Diabasi ad occidente delle ellissoidi triassiche hanno la stessa natura di quelle ad oriente. Ad est come ad ovest le Diabasi specialmente nelle parti più profonde sono spesso alterate con tendenza a diventare Dioriti, o Anfiboliti anche variolitiche, o con elementi abbondantemente trasformati in Cloriti. Quasi speciali alla regione ovest sono le Ovarditi o scisti anfibolici o Anfiboliti a Glaucofane, e le Epidositi che specialmente trovansi nella parte inferiore della serie e che hanno analogie solo in certi banchi eocenici circostanti al Granito dell'Elba ed in certe rocce eoceniche di Boccheggiano in Toscana, però mancanti di Glaucofane, lasciando fuori per ora le identiche rocce a Glaucofane del Capo Corso. D'accordo con Rosenbusch, Becker, Washington ed altri credo che quelle Anfiboliti a Glaucofane sieno in molta parte tufi di rocce Diabasiche metamorfosati.

Ma deve trattarsi di metamorfismi locali, i quali si manifestano pure nelle rocce sedimentarie eoceniche le quali accompagnano la zona serpentinoso occidentale. Invero a Granara, nelle valli del Gorsexio, della Stura, del Lemmo, dell'Erro, del Letimbro, del Masone, ed altrove, trovansi sovente alternanti nelle rocce verdi banchi e lenti calcarei e schistosi non affatto diversi dagli alberesi e dai calcari schistosi e dagli schisti delle zone Appenniniche orientali. Pur lasciando certi schisti quarzosi, talora carboniosi, micacei, immediatamente sovrastanti in certi punti al Trias medio della regione Savonese, e forse anche quelli della Costa di S. Alberto a nord di Sestri Ponente, che potrebbero da taluno attribuirsi al Trias superiore, altrove, certo, prevale la così detta zona dei Calceschietti e degli schisti quarzosi che forma estese masse sottostanti alla grande zona delle Pietre verdi, però ancora con qualche intercalazione di queste. Quei così detti Calceschisti e gli Schisti e Filladi ferruginose, quantunque di aspetto non molto

⁽¹⁾ C. De Stefani, *Le rocce eruttive dell'Eocene superiore nell'Appennino*. Bollettino della Società geologica italiana, vol. VIII, 1889, pagg. 249 e segg.

antico, contengono elementi micacei e talora altri componenti microcristallini. Il Martelli studiò esemplari di presso Campomorone da me recati, contenenti oltre filoni di quarzo, filoni e vene di minerali cristallini non comuni nelle zone eoceniche orientali: altri ne conobbe il Rovereto. Il Martelli fece giustamente osservare che si tratta probabilmente dell'intervento di materiali portati di fuori, da regioni alcaline, per mezzo di agenti mineralizzatori, od acque minerali delle quali sono ancora sorgenti all'Acquasanta, a Voltaggio, ad Acqui e altrove, o gas. Secondo me simili metamorfismi e mineralizzazioni, forse anche concomitanti od immediatamente susseguenti alle eruzioni delle Lherzoliti nelle quali il Martelli notò insieme all'Olivina, Eustatite e Diopside, attestano la immediata adiacenza nel suolo sottostante di rocce cristalline antiche granitiche, quali infatti si vedono a giorno nelle immediate adiacenze di Savona e sulla Bormida.

Sono dunque i metamorfismi che hanno dato a gran parte delle rocce sedimentarie eoceniche e ad una parte delle coetanee rocce eruttive l'aspetto attuale, alquanto diverso da quello delle consimili rocce orientali. Del resto metamorfismi affini per cause e per modi talora diversi hanno avuto luogo in tante altre regioni dell'Eocene superiore, nella Montagna Reggiana, a Boccheggiano, a Talamonaccio, in vari luoghi attorno ai Graniti di M. Capanne all'Elba.

Ma i metamorfismi non si limitarono alla regione Ligure occidentale; sebbene in grado minore li troviamo ancora nella regione schistosa ad oriente delle ellissoidi triassiche, dove furon noti anche al Mayer, non solo nei calceschisti eocenici che ivi pure, con poca estensione, costituiscono la base della formazione; ma negli schisti calcarei, e nelle filladi macchiate più alte, e negli strati più arenacei assumenti spesso microliti micacei più frequenti che non più oltre ad oriente e più che nella zona corrispondente della Provincia di Porto Maurizio, però come in varie delle medesime rocce adiacenti ai graniti all'Elba.

Per dare un'idea di alcune località più o meno estese, oltre quelle che via via indicai, accennerò che p. es. presso Voltaggio sul Carbonasca e sul Lemmo gli schisti argillosi diventano molto quarzosi, lucidi, cloritici o minutamente micacei, bianco-lucenti o verdi, in strati sottilissimi e fittamente ripiegati, sicchè si piglierebbero per schisti antichi se non fossero evidentemente alternati e rinchiusi negli altri. Anche all'Incoronata sono bruno-verdastri; lucenti e micacei sono a Feghino e Murta. Molto micacei e con frequenti vene di Quarzo li dice l'Issel presso Teglia nella valle superiore della Busalletta, e calceschisti con elementi cristallini trova presso le Baracche a ponente della strada provinciale della Bocchetta. Presso Isoverde, lungo il Rio Recreusi e presso la strada della Bocchetta trovansi gessi metamorfici per reazioni superficiali di acque e di sorgenti con solfuro idrico, gessi che altri, non io, potrebbero credere propri di terreno antico.

Alle Baracche presso il passo della Bocchetta in mezzo ai calceschisti che accompagnano gli altri schisti della regione orientale già pendenti ad est il Franchi indica Diabasi con glaucofane, ritrovamento che sarebbe da confermare. I Gabbri, salvo la generale alterazione della zona di Varazze, le Diabasi quando sono inalterate, le Serpentine, le Saxoniti e Lherzoliti della zona eruttiva occidentale hanno costituzione litologica identica alla zona eruttiva eocenica dell'Appennino Ligure orientale: ciò risulta comparando gli studi di Issel, Mazzuoli, Mattiolo, Rovereto, Martelli, ecc.

La zona delle rocce verdi occidentale finisce quasi nettamente sul Leimbro e sulla Bormida. Quivi sul suo confine nei dintorni di Palazzo Doria, sul Rio di Montenotte, sull'Erro, la detta zona si riduce spesso a minori proporzioni e si osservano intercalazioni anche sottilissime di Serpentina, Lherzolite e Gabbri, di calcari compatti come alberosi ma ceroidi per metamorfismo, di schisti arenacei o argillosi rossi, verdi e bigi, di calcari minutamente screziati probabilmente nummulitici, di altri strati sedimentari inalterati, e di veri tufi o brecciole serpentinoso-diabasiche con vene di calcite, di Quarzo, d'Epidoto, le quali sono una esatta ripetizione di quanto si verifica in tutto il rimanente Appennino, alternanti con sottili letti di Anfibolite. Esse attestano quelle rocce eruttive avere avuto pur esse una origine prettamente vulcanica ed esogena, non già una provenienza come suol dirsi plutonica, interna, filoniforme, o a laccolite, senza comparsa esteriore.

In mezzo a quelle alternanze che si trovano nelle masse più alte e presso al limite occidentale della massa serpentinoso trovansi intercalati gli strati di Diaspro già notati dal Rovereto sul Rio di Montenotte, da me visti anche intorno a Palazzo Doria, studiati dal Parona. Questi dubitò che fossero Permiani, e Permiane perciò furono ritenute le rocce circostanti. Che non lo siano lo mostra la loro sovrapposizione al Trias. Infatti, in seguito, furono considerate come secondarie.

Ma anche quei Diaspri come le rocce nelle quali alternano, come altri dell'Appennino già ben noti, appartengono all'Eocene superiore. Il Secondario è rappresentato da rocce ben diverse, esattamente rispondenti fra loro, poco oltre più ad occidente nelle Alpi Marittime, e più ad oriente nell'Appennino Ligure e Toscana; onde non si può ritenere che la serie comprensiva del secondario e dell'Eocene sia rappresentata dalla zona delle rocce verdi della Liguria occidentale.

Al di sopra della zona serpentinoso-schistosa descritta nella Liguria occidentale trovansi terreni non più antichi dell'Oligocene medio. Sono rappresentati da conglomerati della roccia eocenica sottostante, quindi bene spesso serpentinosi. Sono accumuli di ghiaie marine fossiliferi e le loro tracce sono assai più estese che non appaia in qualsiasi delle carte geologiche note, anche in quella accuratissima del Rovereto, del Savonese (¹).

(¹) G. Rovereto, *La zona di ricoprimento del Savonese* (Boll. Soc. geologica italiana, vol. XXVIII, 1909).

In questi conglomerati, perfino a Portofino, trovansi già Anfiboliti a Glaucofane e residui di questo minerale, come notò anche il Chelussi ⁽¹⁾, attestando ciò che le rocce precedenti erano già emerse ed i metamorfismi avvenuti.

CONCLUSIONI VARIE.

Tracce di carreggiamenti cioè di trasporto dell'intera zona serpentinoso da lontane regioni non ve ne sono. La zona è nell'insieme talmente regolare che ben mostra di essersi formata in posto come le altre simili dell'Eocene superiore, anche fossilifero, dell'Appennino.

Termier e Boussac, in alcune Note ⁽²⁾ finora pubblicate sostengono l'esistenza di carreggiamenti nel massiccio cristallino Savonese già riconosciuto dal Pareto, rimesso a giorno da me ed illustrato poi dal Rovereto.

Essi ⁽³⁾ partirono dal ricoprimento per parte delle antiche rocce del Savonese supposto appunto dal Rovereto (loc. cit.), ricoprimento del quale dissi altrove non convenire. Senza dilungarmi per ora su questo argomento osserverò che la zona serpentinoso fra il Letimbro, il Rio di Montenotte ed il Rio Piantavigna copre da una parte la zona triassica e granitica del Rio Piantavigna, e dall'altra, con grande discordanza, la zona granito-gneissica cloritizzata detta Protogino dal Rovereto, del Letimbro: la sovrapposizione stratigrafica si vede ad ambedue le parti. Le due masse granito-gneissiche del Sansobbio da una parte, del Letimbro e della Bormida dall'altra sono indipendenti: mostrai vari anni sono che queste rocce sono la ripetizione dei graniti cloritici di S. Fiorenzo e del Golo in Corsica ⁽⁴⁾ attribuiti ad età prepaleozoica ed appellati dal Nentien, e da altri francesi come dal Rovereto, Protogino. Le due masse accennano a continuare non sopra la zona serpentinoso o sopra le altre circonvicine, come intende il Rovereto; ma piuttosto, nella parte settentrionale, sotto a queste.

I conglomerati di granito che io notai a Celle, e altrove sul Riobasco, e verso nord-ovest sul Sansobbio non si ripetono sul Letimbro e sulla Bormida, e sono vere puddinghe grossolane, ghiaiose, in banchi d'origine superficiale, nè a me pare si possa loro attribuire una origine per sbriciolamento e compressioni interne. Il trias di Corona, del Naso di Gatto e di M. Greppino sta nella sua debita posizione stratigrafica. Le rocce granito-gneissiche del

⁽¹⁾ I. Chelussi, *Nuove ricerche in rocce terziarie di sedimento* (Boll. soc. geologica italiana, XXXI, 1912), pag. 15.

⁽²⁾ *Sur les mylonites de la région de Savone* (C. R. I., 152, pag. 1550), 1911. *Sur le caractère écotique du complexe de gneiss et de granite que l'on a appelé le massif cristallin ligure et sur la séparation de l'Apennin et des Alpes* (ibidem., pag. 1642).

⁽³⁾ P. Termier et J. Boussac, *Le massif cristallin ligure* (B. S. G. de France, 1912 IV série, I. XII).

⁽⁴⁾ C. De Stefani, *Terreni cristallini e paleozoici della Corsica* (Rend. Acc. Lincei, 4 dicembre 1892).

Letimbro sono bensì sovrapposte a quelle paleozoiche, ma ritengo si tratti di un semplice, normale rovesciamento di rocce aventi radice non lontana a Ponente: quelle gneissiche sulla Bormida, che io ritengo antiche, non permocarbonifere come Termier e Boussac e altri, separate dal granito dai conglomerati oligocenici di Sella, hanno direzioni differenti.

Poichè i graniti cloritici e gli *gneiss* lungo il Letimbro scendono uniformemente verso ovest per effetto del rovesciamento, gli spaccati geologi del Rovereto e di Termier e Boussac, condotti paralleli agli strati, anzichè normali come dovrebbero essere, non danno idea esatta della stratigrafia e possono far credere a carreggiamenti che in realtà non esistono. Per tali ragioni è da ritenere che quella massa del Letimbro sia in posto come l'altra del Sansobbia ritenuta in posto dallo stesso Rovereto. La disposizione di quelle due masse a banchi o strati regolarissimi e stratigraficamente concordanti col Carbonifero sottostante è incontestabile.

Non posso inoltre convenire con Termier e Boussac che i microgneiss del litorale di Savona formino tutt'una continuazione ed un ricoprimento coi graniti e coi *gneiss* cloritici dell'interno, aventi anche tutt'altra disposizione stratigrafica ed età più antica.

In conclusione l'ipotesi di un carreggiamento o scorrimento, quando questo s'intenda in senso troppo più lato di un locale rovesciamento, non regge all'analisi stratigrafica e le due isole granito-gneissiche del Savonese hanno tutta l'aria di avere radice *in situ*. I conglomerati oligocenici coprono le serpentine e sono posteriori perciò non solo a queste, ma anche al rovesciamento della massa granitica del Letimbro sul Carbonifero: e di ciò convergo con Termier e Boussac.

Le osservazioni da me esposte hanno pure una certa importanza geografica, perchè, differentemente da quanto tuttora si ritiene, mostrano che la regione fra il colle dell'Altare e la Polcevera ha la medesima struttura geologica del rimanente Appennino, mentre assai diversifica dalla regione situata più ad occidente, dove qualche lembo di roccia verde eocenica si trova solamente presso il confine. Quindi risalta sempre più l'opportunità di mantenere al colle dell'Altare il confine tra Alpi ed Appennino. Si aggiunga che l'andamento tettonico degli strati, salvo qualche deviazione nelle piccole ellissoidi cristalline antiche del Savonese, è quello medesimo dell'Appennino settentrionale, cioè non è affatto concordante con l'andamento geografico da ovest ad est che la catena ha nella sua estremità settentrionale in Liguria; anzi è normale a questa, come già illustrai altrove ⁽¹⁾. Infatti dal Letimbro e dalla Bormida fino alla Polcevera ed alla Scrivia nella grande zona descritta di rocce verdi, oltre la piega anticlinale avente per nucleo le ellissoidi trias-

⁽¹⁾ C. De Stefani, *Le pieghe dell'Appennino fra Genova e Firenze. Contributo allo studio sull'origine delle montagne*. (Cosmos di G. Cora, Serie II, vol. IX, Torino 1892).

siche descritte, dirette da sud a nord, se ne manifestano almeno altre due parallele, aventi per nucleo gli schisti calcarei eocenici più o meno metamorfici sottostanti alla massa serpentinoso, e sono quelle dirette l'una lungo il Gorsexio e la Stura, da Voltri a Rossiglione, già indicata da Rovereto, l'altra dall'alto Sansobbia a Sassello. Bensì lungo il litorale tra Genova e Savona si incurvano altre pieghe minori dirette circa da ovest ad est, attestanti che quel litorale può avere una origine tettonica e che esso non è troppo diverse dalla forma che i movimenti onogenetici primitivi gli avrebbero impartito. Nello stesso modo, sebbene l'Appennino sia costituito, come dissi, da pieghe dirette da nord o da nord-ovest a sud o sud-est, pure lungo la periferia verso la valle del Po si incurvano pieghe secondarie, ch'io non ancora indicai nelle note fin qui pubblicate, le quali secondano quella periferia e combinano con la direzione geografica della Catena.

*
* *

Le osservazioni fatte hanno pure un'importanza tecnica. Quando per la nuova ferrovia da Genova alla valle del Po, si fosse accettato il progetto della *Società Italiana*, detto di Genova-Gavi-Novì, od altri simili con la grande galleria di Genova a Valle Scrivia portata assai ad occidente, sotto la roccia verde da M. Lecco, conveniva tener presente l'andamento dei banchi rocciosi pendenti colà in varî sensi ma vicini alla verticale. Io sostenni preferibile un progetto alquanto più orientale di quello del Municipio di Genova detto di Genova-Rigoroso-Tortona, per mantenere la linea il più possibilmente nei calcari ad *Helminthoidea* che sono la roccia meno peggio e che internamente andando verso settentrione deve tendere a raddrizzarsi. Non era di mia competenza il presentare un progetto tecnico.

Furono fatte obiezioni dalla Commissione Adamoli, dal Figari, dal Sacco, dal Taramelli, specialmente circa l'imbocco sud della Galleria. Osservo che all'imbocco di Staglieno progettato dal Municipio la galleria s'incurva a ponente entrando quasi subito nello schisto, per dirigersi poi in linea retta a Rigoroso. Ora pur tenendo fermo l'imbocco di Staglieno, e conducendo la galleria in linea retta fino circa alla Scrivia essa si mantiene nei calcari; incurvandola allora a ponente si eviterebbero anche i sottopassaggi sia alla Polcevera secondo il progetto Municipale, sia alla Scrivia, sottopassaggi del resto che per l'impermeabilità delle rocce schistose ritengo, fino a sperimento definitivo, poco pericolosi. Nè la linea verrebbe in tal modo allungata rimanendo al più l'obiezione della maggiore lunghezza di alcuni pozzi. Debbo perciò mantenere il mio concetto.

Prima di terminare mi occorre ricordare che rocce serpentinoso probabilmente dell'età di queste Liguri, prescindendo da altre più antiche, insieme a diaspri, calceschisti, filladi, calcari cavernosi, si trovano nelle Alpi Cozie. Sostenendo che queste rocce appartengono al secondario l'ing. Franchi mi

faceva osservare che « la mia struttura geologica del Sempione, contrariamente ai risultati di quasi tutti i geologi è semplicissima; perciò dovetti ritenere antichissime delle zone di scisti cristallini da tutti affermati secondarii, in tutto il giro delle Alpi occidentali. Io (Franchi) sarò l'ultimo a stupirmi delle aprioristiche affermazioni del De Stefani. Però non dubito che quando studiasse di proposito la questione il De Stefani non mancherebbe di riconoscere l'indiscutibile valore degli argomenti che non lasciano dubbio sull'età secondaria di quella formazione cristallina delle Alpi Occidentali e del Sempione. Ed allora il De Stefani rifacendo il cammino dagli altri seguito, modificherà, ne son sicuro, le sue idee, veramente troppo « sempliciste » ⁽¹⁾.

Io non ho confuso nè confondo le questioni diverse; nè cado nel *circolo vizioso* di ammettere carreggiamenti da lontano perchè attribuisca tale o tale altra età ad una roccia che affermisi carreggiata, e poi di affermare che questa roccia abbia tale o tale altra età perchè carreggiata. Le rocce del Sempione le ritenni antiche ed in posto. In passato ritenni che « i diaspri, le « ftaniti, i galestri e le arenarie più o meno metamorfiche » di Levone e Rivara non lungi da Torino attribuiti prima al paleozoico ed ora al secondario fossero eocenici. Il Peruzzi, in una seduta della società toscana di Scienze Naturali, nel 1881 aveva mostrato sezioni dei diaspri della Viana contenenti radiolarie ⁽²⁾ che a me ed al Pantanelli erano sembrate eoceniche e nel 1883 io manifestavo la sopra detta opinione in una adunanza della Società geologica italiana a Bologna ⁽³⁾, nella quale, a proposito dei diaspri di Rivara, il Mazzuoli annunciava che pur l'Issel era della medesima idea. Nel 1884 aggiungevo che pure « sarebbero eoceniche dell'eocene superiore... le serpentine rinchiuse nelle rocce sopraindicate... nelle Alpi Graje (e Cozie) » ⁽⁴⁾. Non ho cambiato opinione di poi; anzi, da tempo ritengo che all'Eocene superiore possano attribuirsi anche vari calcari cavernosi e vari calceschisti dell'alta valle della Dora Riparia, mentre son lieto delle varie scoperte di fossili triassici, giuresi e cretacei fatte in quelle regioni, per le quali dovrà essere redatta una carta geologica particolareggiata come quella di ogni regione fossilifera. Pure Haug ed altri attribuirono vari di quei terreni all'Eocene. Credo che essi sieno un prolungamento alpino delle zone dell'Eocene medio e superiore che si estendono sul mare fra Albenga e Ventimiglia, accompagnate da svariati terreni secondari distinti da esse che il Franchi ed altri vanno deter-

⁽¹⁾ S. Franchi, *L'età e la struttura della sinclinale piemontese*. (Boll. R. Com. geol. d'Italia, vol. XLII, 1911, pag. 173, nota 1).

⁽²⁾ G. Peruzzi, *I diaspri di Viano*. (Proc. verbali della Soc. tosc. di sc. naturali, 8 maggio 1881, pag. 246).

⁽³⁾ Boll. d. Soc. geol. italiana, vol. II, 1883, pag. 12.

⁽⁴⁾ C. De Stefani, *Sulle serpentine italiane*, 1884, (Atti dell'Istituto Veneto) pagg. 16, 17, 18.

minando, e ritengo in conclusione sieno rocce metamorfosate un poco a somiglianza di quelle eoceniche della Montagna Reggiana, ma rocce da non confondere con quelle del Sempione, nè con zone di altre rocce verdi più antiche. Terreni che da assai tempo, dal 1892 (*Terreni cristallini della Corsica*), cioè prima del Haug ⁽¹⁾ ritenni « identici in tutto e per tutto, litologicamente e per posizione stratigrafica », a questi della Liguria occidentale sono quelli del Capo Corso e di quasi tutta la regione orientale della Corsica.

È da notare che le dette rocce verdi a glaucofane della Corsica, e così quelle probabilmente più antiche dell'isola del Giglio, stanno come quelle della Liguria occidentale in mezzo ad una regione granitica e sotto azione di acque alcaline provenienti dalla medesima.

Chimica. — *L'Elio nei minerali di Glucinio*. Nota II del Corrisp. A. PIUTTI ⁽²⁾.

In una Nota precedente, che porta lo stesso titolo ⁽³⁾ e nella quale esposi i risultati ottenuti ricercando l'elio in trentotto campioni di minerali radioinattivi del glucinio, ho fatta l'osservazione che mentre i berilli ($\text{Be}^3 \text{Al}^2 \text{Si}^3 \text{O}^{13}$) ed i crisoberilli ($\text{Be} \text{Al}^2 \text{O}^4$), esaminati, contenevano elio in quantità variabile, l'unico campione di fenacite ($\text{Be}^2 \text{SiO}^4$) preso in esame non ne conteneva affatto, ciò che permetteva di escludere la derivazione dell'elio dai suoi componenti.

Mi riservavo però di confermare questa conclusione con altri campioni di fenaciti appartenenti a località diverse da quella esaminata di Piracicaba (Minas Geraes, Brasile), ed avendomi potuto procurare tali minerali, aggiungo ora, che ricercandosi in un grammo di ognuno l'elio coll'apparecchio di cui mi servo ⁽⁴⁾, e che permette riconoscere agevolmente la D^3 nei gas svolti da $1/20$ di mgr. di cleveite, non sono riuscito a scorgerne la benchè minima traccia.

I campioni sperimentati furono i seguenti:

		\overline{d}
1.	Kragerø, Norvegia (Krautz)	2,995
2.	Takowaja, Urali (Millosewich)	3,080 (con crisoberilli)
3.	" " " " " (Krautz)	3,009 "
4.	Miask, Urali "	2,978
5.	Specimen Park, Maniton Colorado "	2,986
6.	M. Antero, Chaffee Cty . . . "	3,016.

⁽¹⁾ E. Haug, *Études sur la tectonique des Alpes Suisses* (B. S. G. F. (3) XXIV, pag. 552), 1896.

⁽²⁾ Lavoro eseguito nell'Istituto chimico-farmaceutico della R. Università di Napoli.

⁽³⁾ Ved. Rend., vol. XXII, serie 5^a, 1^o sem., fasc. 3^o (2 febbraio 1913).

⁽⁴⁾ Memorie R. Acc. Lincei, serie 5^a, vol. VII, pag. 465.

Tutte queste fenaciti, come quelle di Piracicaba, sono perfettamente radioinattive e merita perciò considerazione il fatto che campioni di questo silicato del glucinio, appartenenti a giacimenti tanto lontani l'uno dall'altro, non contengano alcuna traccia d'elio, che invece si trova quasi sempre nei berilli e nei crisoberilli, con cui spesso la fenacite stessa è associata.

Matematica. — *Sulle equazioni integrali.* Nota di GIULIO ANDREOLI, presentata dal Corrispondente R. MARCOLONGO

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Meccanica. — *Sul moto di un punto attratto da più centri fissi.* Nota del dott. ing. G. ARMELLINI, presentata dal Corrispondente E. ALMANZI.

Sia Q un punto mobile (la cui massa prenderemo per semplicità come unitaria) attratto con legge Newtoniana da più centri fissi $P_1 P_2 \dots P_n$.

Chiamando con $a_i b_i c_i$ le coordinate di P_i riferite ad un sistema cartesiano di assi fissi, e con $x y z$ quelle di Q avremo le equazioni:

$$(1) \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{d^2 x}{dt^2} + \sum_{i=1}^{i=n} K_i \frac{x - a_i}{r_i^3} = 0 \\ \frac{d^2 y}{dt^2} + \sum_{i=1}^{i=n} K_i \frac{y - b_i}{r_i^3} = 0 \\ \frac{d^2 z}{dt^2} + \sum_{i=1}^{i=n} K_i \frac{z - c_i}{r_i^3} = 0; \end{array} \right.$$

le quali, come è notissimo, ammettono l'integrale primo:

$$(2) \quad \frac{1}{2} \left\{ \left(\frac{dx}{dt} \right)^2 + \left(\frac{dy}{dt} \right)^2 + \left(\frac{dz}{dt} \right)^2 \right\} - \sum_{i=1}^{i=n} \frac{K_i}{r_i} = h.$$

I casi in cui fin ad ora si sa risolvere il problema del moto sono i seguenti:

I) $n = 1$; è la questione elementare del moto centrale;

II) $n = 2$; abbiamo la soluzione classica di Eulero, semplificata con l'introduzione delle coordinate ellittiche ⁽¹⁾;

III) Gli n centri appartengono ad una stessa retta α e la velocità iniziale di Q non è complanare con α .

⁽¹⁾ Una chiara esposizione del problema può vedersi nello Charlier, *Die Mechanik des Himmels*, Band I, seite 117-163. Ved. anche: Andrade, *Journal de l'École Polytechnique* 1890.

La soluzione di questo III) caso è dovuta al senatore Volterra (¹), il quale, dopo aver dimostrato che Q non può mai incontrare la retta α , costruisce per le tre coordinate le stelle di Mittag-Leffler e dà quindi lo sviluppo in serie.

Ciò posto nella presente Nota io mi propongo di trovare la soluzione generale del problema nominato, comunque siano disposti i centri fissi $P_1, P_2 \dots P_n$. Il metodo che adopererò sarà naturalmente diverso da quello adoperato dal senatore Volterra, giacchè mentre egli fondava la sua soluzione sull'impossibilità di un eventuale coincidenza di Q con P_i , io dovrò fondare la mia nello studio delle singolarità delle equazioni differenziali del moto nell'intorno di una coincidenza stessa.

Costruiamoci a tale scopo la funzione :

$$(3) \quad R = r_1 r_2 \dots r_n$$

la quale, indicando con r_i la distanza QP_i , è simmetrica rispetto alle coordinate a_i, b_i, c_i degli n centri; ed eliminiamo il tempo fra il sistema (1) e l'equazione differenziale :

$$(4) \quad \frac{dt}{d\lambda} - R = 0.$$

Supponiamo che nell'istante t_1 il punto mobile Q venga a coincidere con uno dei centri fissi, ad es. P_g : sia λ_1 il valore corrispondente di λ , certamente reale perchè la (4) (una volta scelta la costante arbitraria in modo per es. che per $t=0$ sia $\lambda=0$) fa corrispondere a valori reali del tempo, valori reali di λ_1 (²).

(¹) *Sopra alcune applicazioni della rappresentazione analitica delle funzioni del prof. Mittag-Leffler.* Nota del Socio Volterra, Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, vol. XXXIV. Sarà inutile ricordare che, se Q giace inizialmente su α e la sua velocità iniziale è diretta secondo questa retta, oppure se Q è costretto a muoversi sopra una superficie di rivoluzione avente per asse α , il problema si riduce alle quadrature.

(²) Sarà facile al lettore di dimostrare che variando t tra $-\infty$ e $+\infty$ anche λ varia tra $-\infty$ e $+\infty$ e viceversa: tranne il caso speciale, privo d'importanza, in cui Q coincida per tutti i tempi con uno dei centri P.

Nell'istante dell'urto $R = \frac{dt}{d\lambda} = 0$. Ma abbiamo anche $\frac{d^2t}{d\lambda^2} = \frac{dR}{d\lambda} = R \frac{dR}{dt} = 0$; infatti R diviene infinitesimo di primo ordine, e $\frac{dR}{dt}$ infinito di ordine $\frac{1}{2}$. Il tempo t non ha perciò nè un massimo nè un minimo per $\lambda = \lambda_1$; solo la curva $t = t(\lambda)$ presenta una tangente di flesso parallela alle ascisse.

Chiamiamo con $\xi_g \eta_g \zeta_g$ le coordinate di Q relative a P_g , e poniamo per brevità:

$$(5) \quad \begin{cases} f_1 = \frac{1}{R} \frac{d\xi_g}{d\lambda} \frac{dR}{d\lambda} - K_g \frac{\xi_g}{r_g} \left(\frac{R}{r_g} \right)^2 - R^2 \Sigma' K_i \frac{x - a_i}{r_i^3} \\ f_2 = \frac{1}{R} \frac{d\eta_g}{d\lambda} \frac{dR}{d\lambda} - K_g \frac{\eta_g}{r_g} \left(\frac{R}{r_g} \right)^2 - R^2 \Sigma' K_i \frac{y - b_i}{r_i^3} \\ f_3 = \frac{1}{R} \frac{d\zeta_g}{d\lambda} \frac{dR}{d\lambda} - K_g \frac{\zeta_g}{r_g} \left(\frac{R}{r_g} \right)^2 - R^2 \Sigma' K_i \frac{z - c_i}{r_i^3}; \end{cases}$$

dove gl'indici delle sommatorie Σ indicano che in esse non è compreso il termine relativo al centro P_g .

Servendoci delle posizioni (5) giungeremo, con l'eliminazione anzidetta, e prendendo λ come variabile indipendente, al sistema:

$$(6) \quad \begin{cases} \frac{d\xi_g}{d\lambda} = \xi'_g & \frac{d\xi'_g}{d\lambda} = f_1 \\ \frac{d\eta_g}{d\lambda} = \eta'_g & \frac{d\eta'_g}{d\lambda} = f_2 \\ \frac{d\zeta_g}{d\lambda} = \zeta'_g & \frac{d\zeta'_g}{d\lambda} = f_3. \end{cases}$$

Le (6) sono particolarmente adatte per lo studio del moto nelle vicinanze di P_g .

Notiamo ora che, quando Q è estremamente vicino a P_g , l'attrazione dei centri $P_1 P_2 \dots P_{g-1} P_{g+1} \dots P_n$ su Q è trascurabile rispetto a quella esercitata da P_g stesso.

Valendoci di questo concetto, non è difficile dimostrare che, mentre λ tende verso λ_1 , e $\xi_g \eta_g \zeta_g r_g$ tendono separatamente verso 0, i rapporti $\frac{\xi_g}{r_g} \frac{\eta_g}{r_g} \frac{\zeta_g}{r_g}$ tendono verso limiti determinati $\alpha_g \beta_g \gamma_g$ (legati naturalmente dalla relazione $\alpha_g^2 + \beta_g^2 + \gamma_g^2 = 1$); la velocità angolare con cui ruota il raggio vettore $P_g Q$ non può quindi crescere all'infinito.

Tenendo presente questa considerazione e giovandoci dell'integrale delle forze vive (2), abbiamo:

$$(7) \quad \begin{aligned} \lim_{\lambda=\lambda_1} f_1 &= \lim_{\lambda=\lambda_1} \left\{ \frac{1}{R} \frac{d\xi_g}{d\lambda} \frac{dR}{d\lambda} - K_g \frac{\xi_g}{r_g} \left(\frac{R}{r_g} \right)^2 - R^2 \Sigma' K_i \frac{x - a_i}{r_i^3} \right\} = \\ &= \lim_{\lambda=\lambda_1} \left\{ R \frac{d\xi_g}{dt} \frac{dR}{dt} - K_g \frac{\xi_g}{r_g} \left(\frac{R}{r_g} \right)^2 \right\} = \\ &= \lim_{\lambda=\lambda_1} \left\{ R^2 \frac{d\xi_g}{dt} \frac{dr_g}{dt} \frac{1}{r_g} - K_g \frac{\xi_g}{r_g} \left(\frac{R}{r_g} \right)^2 \right\} = \\ &= \left(\frac{R}{r_g} \right)^2 K_g \alpha_g = \text{quantità finita,} \end{aligned}$$

e analogamente:

$$(8) \quad \lim_{\lambda=\lambda_1} f_2 = \left(\frac{R}{r_g}\right)^2 K_g \beta_g \quad ; \quad \lim_{\lambda=\lambda_1} f_3 = \left(\frac{R}{r_g}\right)^2 K_g \gamma_g .$$

Dalle (7) e dalle (8) deduciamo immediatamente che gl'integrali del sistema (6), nell'intorno di λ_1 , sono sviluppabili in serie di potenze della quantità $\lambda - \lambda_1$.

Ora per $\lambda - \lambda_1$ avvenendo la coincidenza di Q con P_g , $\xi_g \eta_g \zeta_g$ sono evidentemente nulli; dico che anche $\xi'_g \eta'_g \zeta'_g$ si annullano. Infatti abbiamo dall'integrale (2) delle forze vive:

$$(9) \quad \left(\frac{d\xi_g}{d\lambda}\right)^2 + \left(\frac{d\eta_g}{d\lambda}\right)^2 + \left(\frac{d\zeta_g}{d\lambda}\right)^2 = 2R^2 \left\{ \sum_{i=1}^{i=n} \left(\frac{K_i}{r_i}\right) + h \right\}$$

e quindi:

$$(9^{bis}) \quad \lim_{\lambda=\lambda_1} \frac{d\xi_g}{d\lambda} = \lim_{\lambda=\lambda_1} \frac{d\eta_g}{d\lambda} = \lim_{\lambda=\lambda_1} \frac{d\zeta_g}{d\lambda} = 0 .$$

Ricordando perciò che abbiamo posto $x = a_g + \xi_g$ ecc., otterremo:

$$(10) \quad \left\{ \begin{array}{l} x = a_g + \frac{1}{2!} A_2 (\lambda - \lambda_1)^2 + \frac{1}{3!} A_3 (\lambda - \lambda_1)^3 + \dots \\ y = b_g + \frac{1}{2!} B_2 (\lambda - \lambda_1)^2 + \frac{1}{3!} B_3 (\lambda - \lambda_1)^3 + \dots \\ z = c_g + \frac{1}{2!} C_2 (\lambda - \lambda_1)^2 + \frac{1}{3!} C_3 (\lambda - \lambda_1)^3 + \dots \end{array} \right.$$

La (4) ci darà poi, sviluppando R in funzione di $\xi_g \eta_g \zeta_g$ nell'intorno di λ_1 e integrando:

$$(11) \quad t - t_1 = \frac{1}{3!} D_3 (\lambda - \lambda_1)^3 + \frac{1}{4!} D_4 (\lambda - \lambda_1)^4 + \dots$$

donde deduciamo che $x y z$ nell'intorno dell'istante t_1 sono svolgibili secondo le potenze del radicale $(t - t_1)^{\frac{1}{3}}$; si ha cioè un punto di diramazione algebrico ⁽¹⁾.

Determiniamo il raggio di convergenza delle serie (10). Sia $2A$ la minima delle distanze reciproche dei centri $P_1 P_2 \dots P_n$ tra di loro; poichè questi sono tutti distinti, sarà $2A > 0$. Ciò posto i secondi membri del sistema (6) sono funzioni algebriche intere rispetto a $\xi'_g \eta'_g \zeta'_g$ e razionali ri-

⁽¹⁾ Analogamente a ciò che fa il Sundman nella sua recentissima *Mémoire sur le problème des trois corps* (Acta Mathematica, 36), anche noi supponiamo che, nell'istante dell'urto, non entrino in azione altre forze di natura differente dall'attrazione Newtoniana.

spetto a $\xi_g \eta_g \zeta_g$; sviluppabili quindi in serie di potenze comunque grandi siano le $\xi'_g \eta'_g$ e ζ'_g e purchè valgano le disuguaglianze:

$$(12) \quad r_g^2 = \xi_g^2 + \eta_g^2 + \zeta_g^2 < 2A.$$

Per semplificare i risultati prenderemo A come unità di lunghezza, e faremo variare tanto le $\xi_g \eta_g \zeta_g$ quanto le $\xi'_g \eta'_g \zeta'_g$ in modo che i loro moduli si conservino inferiori o al più eguali a $1^{1/3}$; r_g sarà quindi ≤ 1 . Avremo:

$$(13) \quad |f_1| \leq \left| \frac{1}{R} \frac{d\xi_g}{d\lambda} \frac{dR}{d\lambda} \right| + \left| K_g \frac{\xi_g}{r_g} \left(\frac{R}{r_g} \right)^2 \right| + \left| \left(\frac{R}{r_g} \right)^2 \Sigma' K_i \frac{x - a_i}{r_i^3} \right|;$$

e, finchè $\xi_g \eta_g$ ecc. variano dentro i campi accennati, sarà, indicando solo i passaggi più difficili:

$$(14) \quad \left| \frac{1}{R} \frac{d\xi_g}{d\lambda} \frac{dR}{d\lambda} \right| = \left| R \frac{d\xi_g}{dt} \frac{dR}{dt} \right| < \left| R v^2 \left(\frac{R}{r_g} + R(n-1) \right) \right| < \\ < \left| n L_g^2 \left(2h + 2 \sum_{i=1}^{i=n} (K_i) \right) \right|$$

avendo posto:.

$$(14^{bis}) \quad L_g = (\delta_{g1} + 1) (\delta_{g2} + 1) \dots (\delta_{g,g-1} + 1) (\delta_{g,g+1} + 1) \dots (\delta_{gn} + 1)$$

dove δ_{gm} indica la distanza $P_g P_m$. E ancora, essendo le k positive:

$$(15) \quad \left| K_g \frac{\xi_g}{r_g} \left(\frac{R}{r_g} \right)^2 \right| < K_g L_g^2$$

$$(16) \quad \left| \left(\frac{R}{r_g} \right)^2 \Sigma' K_i \frac{x - a_i}{r_i^3} \right| < L_g^2 \Sigma' K_i.$$

Tutti i secondi membri del sistema (6) risulteranno quindi, *dentro questi campi*, inferiori in modulo alla quantità:

$$(17) \quad L_g^2 \left\{ (1 + 2n) \sum_{i=1}^{i=n} K_i + |2nh| \right\} + 1 = \frac{1}{e_g \sqrt[3]{3}}.$$

Ricordiamo ora che dato un sistema di equazioni differenziali:

$$(18) \quad \frac{dy_i}{dx} = Y_i(y_1 y_2 \dots y_n); \quad (i = 1, 2, \dots n)$$

se, nell'intorno del punto $y_{10} y_{20} \dots y_{n0}$ (corrispondente ad $x = x_0$), le Y_i sono sviluppabili in serie di potenze convergenti per:

$$(19) \quad |y_i - y_{i0}| < \mu;$$

e se, verificando le variabili la (19) le Y_i restano inferiori in modulo ad M ;

allora gl'integrali $y_1, y_2 \dots y_n$ sono sviluppabili in serie di potenze, convergenti certamente per ⁽¹⁾

$$(20) \quad |x - x_0| \leq \frac{\mu}{M}.$$

Applicando questo teorema, ed indicando con ϱ una quantità positiva, minore o al più uguale alla minima delle n quantità ϱ_g , arriveremo facilmente alla seguente conclusione:

Il raggio di convergenza delle serie (10) nell'intorno di un valore λ^* , a cui corrisponde la coincidenza di Q con uno qualsiasi degli n centri $P_1, P_2 \dots P_n$, sarà certamente maggiore o al più uguale a ϱ . Il calcolo numerico di ϱ non offre nessuna difficoltà servendosi dell'equazione (17): basta conoscere le coordinate dei centri P e le costanti K .

Sia ora \bar{t} un valore reale del tempo per cui non abbia luogo alcuna coincidenza e $\bar{\lambda}$ il corrispondente valore di λ (certamente reale, avendosi come si è detto $t=0$ per $\lambda=0$). Chiamando con ξ_i, η_i, ζ_i le coordinate di Q relative al centro P_i ad esso più vicino nell'istante \bar{t} , e sviluppando xyz secondo le potenze di $\lambda - \bar{\lambda}$ sarebbe facile vedere che il raggio di convergenza $\bar{\varrho}$ è $\geq \varrho$.

Se quindi consideriamo λ come una quantità complessa, e costruiamo nel suo piano di Gauss una striscia di spessore 2ϱ , limitata da due rette parallele all'asse reale e distanti da esso da una parte e dall'altra del segmento ϱ , l'area così individuata sarà una zona d'olomorfismo per le tre coordinate xyz , considerate come funzioni di λ stessa.

Facendo corrispondere, come si è detto, $\lambda=0$ con $t=0$, e trasformando conformemente la striscia in un cerchio di raggio unitario, per mezzo della posizione:

$$(21) \quad q = \frac{e^{\frac{\pi\lambda}{2\varrho}} - 1}{e^{\frac{\pi\lambda}{2\varrho}} + 1}$$

avremo:

$$(22) \quad \left\{ \begin{array}{l} x = x_0 + E_1 q + \frac{E_2}{2!} q^2 + \dots \\ y = y_0 + F_1 q + \frac{F_2}{2!} q^2 + \dots \\ z = z_0 + G_1 q + \frac{G_2}{2!} q^2 + \dots \end{array} \right.$$

⁽¹⁾ Ved. ad esempio Jordan, *Cours d'Analyse*, tom. III; Picard, *Traité d'Analyse* tom. II, ecc.

insieme con:

$$(23) \quad t = \int_0^q R(q) \cdot d\lambda(q);$$

ed essendo $x y z$ regolari nel cerchio unitario le (22) saranno uniformemente convergenti per $|q| < 1$.

I coefficienti E_1 F_1 ecc. sono conosciuti perchè sono date le coordinate iniziali e la velocità iniziale di Q ed avendosi

$$(24) \quad E_1 = \left(\frac{dx}{dq} \right)_{q=0} = \left(\frac{dx}{dt} \right)_{t=0} \left(\frac{dt}{d\lambda} \right)_{\lambda=0} \left(\frac{d\lambda}{dq} \right)_{q=0} \text{ ecc.}$$

Variando q tra -1 e $+1$, λ varia tra $-\infty$ e $+\infty$ e quindi anche t passa dal valore $-\infty$ al valore $+\infty$ (tranne, come si è detto, il caso privo d'importanza, in cui la posizione di Q coincide perpetuamente con uno dei centri P).

Per lo scopo che c'interessa basterà far variare q tra 0 e 1 ; le (22) ci daranno le coordinate $x y z$ di Q e la (23) il tempo corrispondente, da $t=0$ fino a $t=\infty$. Il nostro problema è quindi rigorosamente risoluto.

Riassumendo, abbiamo il seguente teorema:

Adoperando una variabile indipendente q , opportunamente scelta, le coordinate di un punto mobile Q , sottomesso all'attrazione di più centri fissi P_i , sono esprimibili per mezzo di serie di potenze, convergenti per $|q| < 1$; le quali rappresentano il movimento da $t=-\infty$ a $t=+\infty$. Questa soluzione è valida qualunque sia il numero di volte che il punto Q viene ad incontrare, nel suo moto, uno qualsiasi dei centri fissi; benchè in tal caso la sua velocità divenga infinita.

Il tempo corrispondente ad ogni posizione, è dato da una quadratura.

Possiamo utilmente confrontare questo risultato con uno analogo, ottenuto dal Sundman⁽¹⁾ nel problema dei tre corpi; solamente, mentre le formole del Sundman suppongono che il momento delle quantità di moto del sistema non sia nullo, le nostre sono indipendenti da qualsiasi ipotesi.

Terminiamo questa Nota avvertendo che, con qualche limitazione, si potrebbe estendere la nostra soluzione al caso in cui i centri fissi siano in numero infinito; ma la brevità dello spazio non ci permette per ora di svolgere questo concetto.

(¹) Acta Mathematica, loc. cit.

Matematica. — *Un teorema di Paolo Ruffini sulla « Teoria delle sostituzioni ».* Nota di ETTORE BORTOLOTTI, presentata dal Socio L. BIANCHI.

Al n. 273 della *Teoria generale delle equazioni* (Bologna, 1799) Paolo Ruffini dimostra il teorema:

Eseguita nel risultato 1° (tav. VI) una permutazione qualunque, ..., e osservato quali radici vengano smosse per tale permutazione in ciascuno dei risultati in prima fila, se suppongo la y tale che il risultato 1° resti sempre il medesimo mentre la permutazione supposta si eseguisca in esso fra qualunque delle accennate radici ..., dovrà sempre ricavarsi tal risultato 1° = 25°.

Nella terminologia ora in uso quel teorema si enuncia al modo seguente:

Se un gruppo di sostituzioni tra 5 elementi 1, 2, 3, 4, 5, contiene, insieme con una sostituzione qualsiasi t, tutte le trasformate di essa mediante il ciclo

$$S_5 = (1 \overset{..}{.} 2, 3, 4, 5)$$

contiene anche questo medesimo ciclo.

A proposito di questo teorema, lo stesso Ruffini in una Nota marginale ⁽¹⁾ sopra un esemplare del suo libro ha lasciato scritto:

« Il teorema del n. 273, vero generalissimamente nelle funzioni di cinque radici, o di un numero di radici primo, non è così quando il numero delle medesime non fosse primo.

« Perciò nell'applicazione del medesimo, sono necessarie alcune avvertenze.

« Vedasi un foglio in data 24 agosto 1802 ».

Poichè fra i manoscritti di Ruffini, conservati presso la Biblioteca della R. Accademia di Scienze in Modena, non esiste il foglio richiamato da questa Nota, era interessante verificare la esattezza del teorema, del quale non si trova menzione nelle opere di autori posteriori, e ciò appunto mi propongo di fare nella presente comunicazione.

⁽¹⁾ Questa Nota si trova nell'esemplare (conservato dalla direzione del Circ. Mat. di Palermo) che ha servito alla ristampa delle « *Opere matematiche di Paolo Ruffini* » nuovamente pubblicate a cura del Circolo Matematico di Palermo. Delle quali il primo volume sta per uscire.

1. Il Ruffini ha certamente ragione affermando *non vero il teorema per un numero di lettere p non primo*.

Ciò si scorge osservando che, per p numero composto, fra le potenze di $S_p = (1, 2, \dots, p)$ ve ne ha di quelle che hanno periodo inferiore a p . Il gruppo generato da una di tali sostituzioni è invariante per la S_p , e non contiene questa sostituzione.

Nel caso di p primo il teorema è esatto, e ne farò qui la dimostrazione cercando, finchè è possibile, di giovarmi solo di risultamenti noti al Ruffini e di seguire un procedimento non dissimile da quello che egli stesso usava adoperare.

2. LEMMA I. — *Una sostituzione*

$$T = \begin{pmatrix} 1, 2, 3, p-1, p \\ \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_{p-1}, \alpha_p \end{pmatrix}$$

la quale operi sopra non più di p elementi, non può essere permutabile col ciclo

$$S_p = (1, 2, 3, \dots, p)$$

che comprende tutti questi p elementi, se non coincide con una potenza di S_p .

Si ha infatti

$$S_p^{-1} T S_p = \begin{pmatrix} 2, 3, 4, \dots, p, 1 \\ \alpha_1 + 1, \alpha_2 + 1, \alpha_3 + 1, \dots, \alpha_{p-1} + 1, \alpha_p + 1 \end{pmatrix}$$

dunque, nella ipotesi di

$$T = S_p^{-1} T S_p,$$

si dovrà avere:

$$\alpha_2 = \alpha_1 + 1, \alpha_3 = \alpha_2 + 1, \dots, \alpha_p = \alpha_{p-1} + 1,$$

cioè

$$\alpha_2 = \alpha_1 + 1, \alpha_3 = \alpha_1 + 2, \dots, \alpha_p = \alpha_1 + p - 1;$$

da cui:

$$T = \begin{pmatrix} 1, 2, 3, \dots, p-1, p \\ \alpha_1, \alpha_1 + 1, \alpha_1 + 2, \dots, \alpha_1 + p - 2, \alpha_1 + p - 1 \end{pmatrix} = S_p^{\alpha_1 - 1}.$$

3. COROLLARIO. — *Se p è numero primo, ed una sostituzione T nei p elementi*

$$1, 2, \dots, p$$

non è permutabile col ciclo

$$S_p = (1, 2, \dots, p),$$

si hanno p trasformate diverse della T , per le sostituzioni del gruppo ciclico generato da S_p .

4. LEMMA II. — *Le sostituzioni diverse, trasformate mediante S_p di una qualunque sostituzione T nei p elementi $1, 2, \dots, p$ non permutabile con S_p , generano un gruppo G transitivo.*

E di fatto, se, per effetto della T , al posto di 1 viene l'elemento α , la trasformata

$$T_\alpha = S_p^{-\alpha} T S_p^\alpha$$

al posto dell'elemento α porta l'elemento 2α e la

$$T T_\alpha$$

al posto dell'elemento 1 porta l'elemento 2α .

Così si vede che, mediante la operazione

$$T T_{(m-1)\alpha},$$

al posto dell'elemento 1 viene l'elemento $m\alpha$.

Ma, essendo p primo ed α minore di p , i numeri

$$\alpha, 2\alpha, \dots, p\alpha$$

sono tutti incongrui rispetto al mod. p , e quindi per ogni $r \leq p$ si può determinare un $m \leq p$, tale che

$$m\alpha \equiv r \pmod{p},$$

ed esiste una sostituzione del gruppo che fa passare l'elemento r preso in modo qualunque fra i p elementi dati, al posto dell'elemento 1 .

5. *L'ordine del nostro gruppo G è dunque multiplo di p od eguale a p ⁽¹⁾.*

Da ciò si deduce che *il nostro gruppo contiene delle operazioni di periodo p ⁽²⁾.*

(¹) Il concetto di *transitività* si deve a Ruffini; la proposizione qui ricordata è contenuta implicitamente nell'art. 25 della Memoria; *Della soluzione delle equazioni algebriche determinate particolari di grado superiore al quarto* (Mem. di mat. e di fisica della Soc. ital. delle Scienze, tom. IX (Modena, 1802), pp. 444-526), nel quale articolo egli dimostra che: eseguendo tutte le sostituzioni di un gruppo transitivo, in ogni determinato posto deve venire ciascuna delle m lettere, e ciascuna uno stesso numero di volte.

(²) Il caso particolare del *Teorema di Sylow*, che qui occorre di considerare, era noto a Ruffini, il quale nella *Teoria delle equazioni* (1799) al n. 274, lo ha dimostrato per $p=5$, e, nella Memoria: *Alcune proprietà generali delle funzioni* [Mem. di mat. e di fis. della Soc. ital. delle Scienze, tom. XIII, parte 1^a (1807) nn. 40-41] ha in generale dimostrato che: *se un gruppo di operazioni (due a due permutabili) ha ordine $n=abc\dots$; essendo a, b, c numeri primi tutti diversi, contiene anche operazioni di qualunque periodo divisore di n .*

6. Rimane così dimostrato, con sole considerazioni tolte dalle Memorie di Ruffini, il teorema:

Se p è numero primo, ed un gruppo G di sostituzioni sopra p lettere contiene tutte le trasformate di una sostituzione T in quelle lettere mediante il ciclo

$$S_p = (1, 2, \dots, p).$$

contiene almeno un ciclo

$$\tau = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p)$$

di ordine p .

Questo teorema potrebbe bastare per le applicazioni che ne fa Ruffini alla teoria delle equazioni: volendo tuttavia completare la dimostrazione del teorema nella forma enunciata dallo stesso Ruffini; nel caso che la sostituzione

$$\tau = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p)$$

della quale abbiamo constatato l'esistenza nel gruppo

$$G = \{1, T, T_1 = S_p^{-1} T S_p, \dots, T_{p-1} = S_p^{-p+1} T S_p^{p-1}\}$$

non sia una potenza di S_p , dovrà la stessa τ risultare dal prodotto

$$\tau = T_{r_1} T_{r_2} \dots$$

di alcune delle T, T_1, \dots, T_{p-1} ; perciò nel gruppo G è contenuta anche la trasformata di τ mediante S_p .

Se ora si considera che, per essere p primo, la massima potenza di p contenuta in $1.2.3 \dots p$, è la prima, vediamo che tale è anche la massima potenza di p contenuta nell'ordine del nostro gruppo, ma allora il gruppo G contiene anche la sostituzione S_p che trasforma l'una nell'altra le due operazioni affini

$$\tau, S_p^{-1} \tau S_p,$$

come appunto volevamo provare ⁽¹⁾.

7. Risulta così dimostrato il *Teorema di Ruffini*:

Se un gruppo G di sostituzioni nei p elementi $1, 2, \dots, p$ contiene, insieme con una sostituzione T anche tutte le trasformate di T mediante potenze di $S_p = (1, 2, 3, \dots, p)$; la S_p medesima sarà contenuta nel gruppo G .

8. Ruffini attribuisce speciale importanza alle sostituzioni della forma

$$S_n = (1, 2, 3, \dots, n) \quad n = 1, 2, 3, \dots, p,$$

⁽¹⁾ Ciò per il *secondo teorema di Sylow*; cfr. L. Bianchi, *Lezioni sulla teoria dei gruppi di sostituzioni* (Pisa, 1900), pag. 61.

le quali (sia per numeri p semplici, sia per numeri composti) riguarda come FATTORI ELEMENTARI, mediante i quali si può, in modo unico, rappresentare una qualunque sostituzione T_p nei p elementi, sotto la forma

$$T_p = S_p^{\alpha_p} S_{p-1}^{\alpha_{p-1}} S_{p-2}^{\alpha_{p-2}} \dots S_3^{\alpha_3} S_2^{\alpha_2},$$

analoga a quella che, in aritmetica, ci dà la scomposizione di un numero nei suoi fattori primi.

Per dimostrar ciò, egli rappresenta i successivi gruppi G_n , $n = 2, 3, \dots, p$, totali negli n elementi, al modo seguente ⁽¹⁾:

$$G_2 = S_2, \quad G_3 = \begin{cases} G_2 \\ S_3 G_2 \\ S_3^2 G_2 \end{cases}, \quad G_4 = \begin{cases} G_3 \\ S_4 G_3 \\ S_4^2 G_3 \\ S_4^3 G_3 \end{cases}, \quad \dots, \quad G_p = \begin{cases} G_{p-1} \\ S_p G_{p-1} \\ S_p^2 G_{p-1} \\ \dots \dots \dots \\ S_p^{p-1} G_{p-1} \end{cases},$$

e dall'esame di questo quadro deduce che, una qualunque sostituzione T_p si può sempre, ed in modo unico, rappresentare sotto la forma

$$T_p = S_p^{\alpha} T_{p-1},$$

dove α è uno dei numeri $1, 2, \dots, p$, e T_{p-1} è una sostituzione nei $p-1$ primi elementi.

Di questa rappresentazione, il Ruffini fa uso costante, e ne ricava un metodo induttivo assai fecondo di dimostrazione e di ricerca.

Il qual metodo fu a torto abbandonato dai suoi continuatori.

Matematica. — *Sul calcolo della funzione di Green per le equazioni differenziali e integro-differenziali di tipo parabolico.*
Nota di G. C. EVANS, presentata dal Socio V. VOLTERRA.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

⁽¹⁾ Cfr. P. Ruffini, *Teoria generale delle equazioni* (Bologna, 1799), n. 268; *Della insolubilità delle equazioni algebriche generali di grado superiore al quarto* (Modena, 1803), nn. 1, 8, 50 ecc.

Matematica. — *Sulla equivalenza dei poliedri.* Nota del prof. ONORATO NICCOLETTI, presentata dal Socio U. DINI.

Meccanica. — *Flusso di energia e velocità di gruppo.* Nota di MARIA FERRARI, presentata dal Socio T. LEVI-CIVITA.

Matematica. — *Sulle serie algebriche semplicemente infinite di gruppi di punti appartenenti a una curva algebrica.* Nota di RUGGIERO TORELLI, presentata dal Socio E. BERTINI.

Fisica. — *Riversibilità dei generatori elettroacustici (« summer »).* Nota di P. BARRECA, presentata dal Socio P. BLASERNA.

Le precedenti Note saranno pubblicate nei prossimi fascicoli.

Fisica. — *Ricerche termo-calorimetriche sul platino a temperatura elevata.* Nota di O. M. CORBINO, presentata dal Socio P. BLASERNA.

Il metodo da me esposto nella Nota presentata all'Accademia il 6 aprile u. s. fu applicato, come sin da allora annunziai, a un filo sottile di platino. I diagrammi pubblicati si riferivano appunto a questo filamento, e servirono per il calcolo della coefficiente m che compare nell'esponenziale secondo cui si svolge la piccola variazione della temperatura a partire da quella iniziale. L'alterazione di resistenza del filamento fu sempre inferiore all'uno per cento, e la variazione totale di temperatura Θ cui si riferisce ciascun diagramma non superò mai i 10 gradi.

Del circuito del galvanometro, la cui fibra era di piccola resistenza, faceva parte una resistenza scelta opportunamente perchè la deviazione totale consentisse una buona fotografia del diagramma e il moto della fibra fosse sensibilmente aperiodico. Del difetto di proporzionalità tra corrente e deviazione si tenne conto nel modo già indicato.

La concordanza dei due valori di m ricavati utilizzando due regioni diverse della curva, mentre prova che l'andamento della temperatura nel filo

è veramente esponenziale, come richiede la teoria, dimostra insieme che la fibra seguiva col suo moto la corrente galvanometrica, senza aggiungerci in misura sensibile termini esponenziali propri, reali o complessi. Questa verifica era necessaria pel fatto che trattandosi di un galvanometro molto sensibile, esso non possiede, come gli oscillografi, un periodo proprio estremamente piccolo.

Il calcolo di $c : \frac{dr}{dt}$ (vedi Nota citata) richiede la misura della intensità di corrente i , del coefficiente m , dello spostamento di compenso D nel filo-ponte, e delle resistenze contenute nelle tre branche del parallelogrammo. Queste ultime potevano essere lette esattamente sulle cassette di precisione adoperate; lo spostamento D , dell'ordine di grandezza di circa 500 millimetri, poteva misurarsi comodamente con un errore inferiore a un millimetro; i si misurava con un millivolt-amperometro Weston di alta precisione, cosicchè l'errore del valore calcolato per $c : \frac{dr}{dt}$ dipende essenzialmente dall'errore nella misura di m , che è dell'ordine dell'uno per cento. Nelle condizioni più sfavorevoli giudico perciò che l'errore complessivo sia di quell'ordine di grandezza.

La tabella I che segue riporta i risultati delle misure; la prima colonna, denotata con r , contiene le resistenze del filamento presa come unità la resistenza a 0° ; l'ultima i valori di $c : \frac{dr}{dt}$ che indicherò d'ora innanzi con la lettera γ_p per ricordare che la capacità calorifica, che compare nel rapporto, è quella a pressione costante.

TABELLA I.

r	m	$\gamma_p = c_p : \frac{dr}{dt}$
2,72	0,570	730
3,43	1,575	822
4,00	3,19	924
4,64	6,29	1070
5,35	12,0	1275

Si riconosce subito che il rapporto γ_p cresce al crescere della temperatura, mentre si manteneva quasi costante col tungsteno (¹).

Un completamento ulteriore della ricerca era quindi necessario: la misura di $\frac{dr}{dt}$ per il filamento adoperato, senza di che era impossibile trarre alcuna deduzione sull'andamento di c col variare della temperatura.

Come è noto il platino ha formato, più che qualunque altro corpo, oggetto di assai numerose e delicate indagini sulla variazione della resistenza

(¹) Corbino, Rend. Lincei, vol. XXI, 1° sem., 1912.

con la temperatura. Da Siemens a Callendar, che ne formò base di un vero sistema di termometria di alta precisione, e poscia a Chappuis e Harker e a Waidner e Burgess (¹), tutte le ricerche eseguite hanno dimostrato che col termometro in filo di platino puro, di cui si misurano le variazioni di resistenza, possono garentirsi le misure di temperatura, fino alla temperatura raggiunta di 1100°, entro il grado di riproducibilità della scala normale. Ma quelle ricerche hanno appunto dimostrato che anche nel caso di fili di platino di assoluta purezza, è necessario calibrare ciascun termometro con tre punti fissi; mentre un quarto punto è necessario, e basta fino a 1100°, se il platino non è puro.

Il metodo di calcolo è ancora quello di Callendar, analiticamente equivalente all'impiego di una formola parabolica in r, t . Posto per il filo in esame

$$t_p = \frac{r - 1}{r_{100} - 1} \cdot 100$$

dove si è presa come unità la resistenza a 0°, ed r_{100}, r denotano le resistenze a 100° e alla temperatura centigrada t , si ha

$$(1) \quad t - t_p = \delta \left(\frac{t}{100} - 1 \right) \frac{t}{100}$$

in cui δ è un coefficiente costante per un dato filo. L'intervallo fondamentale $r_{100} - 1$ si determina col ghiaccio fondente e i vapori dell'acqua bollente; la costante δ per immersione nei vapori di zolfo bollente, di cui la temperatura è stata fissata a 444,6 sotto la pressione normale (²).

L'intervallo fondamentale $r_{100} - 1$ varia molto da campione a campione di filo, e nello stesso filo varia col tempo e col trattamento termico che esso ha subito; la costante δ è circa 1,5 per il platino puro e si eleva fino a 1,8 per quello non puro. Ma in questo caso, secondo Waidner e Burgess, la formola di Callendar non dà più risultati esatti a temperature alquanto elevate; per ristabilire l'accordo con la scala normale occorre e basta, fino alla temperatura da loro raggiunta (cioè fino a 1100°), considerare δ come variabile, secondo la formola

$$\delta = a - b t$$

ciò che equivale a introdurre un termine in t^3 nella relazione che dà r in funzione di t . I due autori determinarono le correzioni necessarie, con diversi fili di platino, per ridurre le temperature Callendar a temperature normali

(¹) Vedasi per la bibliografia la Memoria di Waidner e Burgess, Bulletin of Bureau of Standards, vol. VI, n. 2, 1909.

(²) Burgess, Phys. Zeitschr., XIV, pag. 152, 1913.

qualora il δ , determinato col punto di fusione dello zolfo, sia diverso da 1.5; si servirono a tal uopo di altri punti fissi (fusione di metalli puri) e delle indicazioni esattamente fedeli d'un termometro in platino puro; cosicchè ricorrendo alla tabella 13 del loro importantissimo lavoro si può eseguire per qualunque filo la calibrazione per mezzo di soli tre punti fissi, quelli di Callendar.

Per poter effettuare la calibrazione del filo da me adoperato nelle misure calorimetriche fu quindi necessario costruirne un termometro; esso fu preparato avvolgendo un pezzo del filo, a elica, su un tubo di quarzo, saldandone le estremità, ad argento, su due anelli di rame, ricoprendo tutto di un lungo tubo di vetro infusibile, e attenuando le conduzioni termiche lungo l'interno del tubo con polveri isolanti e infusibili, fino al principio della spirulina. E poichè i due capi del filo, saldati al rame, si trovavano a livello differente (circa 5 centimetri) le forze termoelettriche dovute a disuguaglianze di temperatura rivelavano facilmente se il filo non assumeva una temperatura uniforme.

Su questo termometrino si eseguì la calibrazione a 0°, a 100°, e al punto di ebollizione dello zolfo, seguendo tutte le precauzioni indicate dagli autori che si sono occupati dell'argomento. A titolo di controllo fu anche eseguita una misura al punto di fusione dello zinco, disposto in una grande stufa elettrica di Heraeus.

Si ottenne così:

$$\frac{r_{100} - 1}{100} = 0.00362 \quad . \quad \delta_{444} = 1.63 ;$$

il valore del primo intervallo si mostrò praticamente invariabile pel fatto che il filo era stato tenuto a lungo nel vuoto a temperature superiori a 1500°, durante le misure calorimetriche.

Il numero ottenuto per δ prova che il platino adoperato non era purissimo; secondo Waidner e Burgess a quel valore di δ corrisponde un errore nella misura delle temperature, con la formola Callendar, che vale 9°,7 a 1000°, ed è molto più rilevante a temperature più elevate. Si può così calcolare che posto

$$\delta = a - b t$$

dev'essere in questo caso:

$$a = 1.69 \quad b = 0.00014 .$$

Se la formola di Callendar così modificata vale anche a temperature superiori a 1100°, si dovrebbe avere per il mio filo, fatti i calcoli necessari,

$$(2) \quad r = 1 + 0.00368 t - 0.615 \times 10^{-6} t^2 + 0.05 \times 10^{-9} t^3 .$$

Che le temperature così calcolate corrispondano al vero, fino al punto di fusione, risulterebbe da questa osservazione. La formola (1) di Callendar (quadratica) darebbe al punto di fusione $r = 5,64$; invece la (2), cioè quella modificata da Waidner e Burgess, darebbe $r = 5,84$ (si è preso per punto di fusione 1760°). Or appunto con la lampada calorimetrica, dove il filo lungo circa 40 cm. era sospeso ai due estremi nel vuoto, l'esperienza mi aveva già dato come valore della resistenza cui corrisponde la fusione $r = 5,84$. A questo valore di r la formola Callendar farebbe corrispondere una temperatura di 1940° che è indubbiamente troppo elevata.

In ogni caso si può esser sicuri che la formola (2) permette di calcolare t , e quindi $\frac{dr}{dt}$, con esattezza non inferiore a quella con cui fu misurato il rapporto $\gamma_p = c_p \cdot \frac{dr}{dt}$. Per avere le temperature corrispondenti ai diversi valori di r fu tracciata una curva in r, t mentre $\frac{dr}{dt}$ fu calcolato derivando la (2). Si ottennero così i numeri della tabella II.

TABELLA II.

r	t	$\frac{dr}{dt} \times 1000$
2,72	510°	3,09
3,43	740°	2,85
4,00	956°	2,64
4,64	1210°	2,41
5,35	1525°	2,16

La conoscenza della temperatura t permette di passare dal rapporto $\gamma_p = c_p \cdot \frac{dr}{dt}$ a quello $\gamma_v = c_v \cdot \frac{dr}{dt}$, cioè dai valori a pressione costante a quelli a volume costante, per mezzo della formola di Nernst e Lindemann che nel caso del platino si può scrivere:

$$c_p = c_v [1 + 63 \times 10^{-6} (t + 273)].$$

E poichè son noti i valori di $\frac{dr}{dt}$, dalla tabella II, si può infine dedurre c_v ; il risultato del calcolo è riportato nella tabella III, dove c_v è misurato in unità arbitrarie:

TABELLA III.

t	γ_p	γ_v	c_v
510°	730	697	215
740°	822	770	219
956°	924	853	225
1210°	1070	969	233
1525°	1275	1130	244

Risulta nettamente dimostrato, dai numeri dell'ultima colonna, che il calore specifico a volume costante aumenta regolarmente con la temperatura.

L'andamento è presso a poco lineare, con variazioni di circa il 14 per mille a ogni 100°.

Una misura assoluta di c_v non fu possibile, poichè non si ebbe agio di fare una pesata abbastanza esatta del filo. Ma poichè al di sotto di 500°, temperatura minima da me sperimentata, esistono già delle buone misure del calore specifico, ciò non apporta inconvenienti apprezzabili. Or le misure citate, anche ridotte a volume costante, danno come valore del calore atomico un numero notevolmente superiore al limite richiesto dalla teoria dei calori specifici (5.94). Risulta dimostrato dalle mie ricerche che quel valore, già più alto del teorico, va ancora aumentando a temperature più alte. Così posto a 500°

$$A_v = 6,47$$

come risulterebbe dalle misure di White ⁽¹⁾, si avrebbe secondo i risultati della tabella III, per $t = 1500^\circ$,

$$A_v = 7,37$$

e si confermerebbe così, come ebbi già ad osservare pel tungsteno, che nel caso dei metalli il calore atomico è di molto superiore al valore teorico. Come è noto il Koenisberger attribuisce le deviazioni dalla teoria, al contributo che apporterebbero, nel calore assorbito dal corpo, gli elettroni cui si deve la conducibilità metallica.

Non posso a questo punto tacere che queste ricerche erano state da me intraprese con ben diversi propositi. Il metodo che ho seguito nelle diverse pubblicazioni fatte sull'argomento mi permetteva di avere con semplicità la grandezza

$$\gamma_p = c_p : \frac{dr}{dt}$$

per i diversi valori di r ; e con una misura approssimata di t era facile passare ai valori di

$$\gamma_c = c_v : \frac{dr}{dt}$$

Io contavo quindi di rappresentare γ_v in funzione di r graficamente, o analiticamente; e allora poichè

$$\int_{r_1}^{r_2} \gamma_v dr = \int_{t_1}^{t_2} c_v dt$$

(1) Koenisberger, Ber. der D. Physik. Gesellsch. 14 Jahrg. pag. 279, 1912.

supposto c_v costante, come richiede la teoria, e come io speravo di verificare, si sarebbe avuto

$$c_v(t_2 - t_1) = \int_{r_1}^{r_2} \gamma_v dr.$$

L'integrale del 2° membro è facilmente calcolabile coi dati dell'esperienza che fornisce γ_v in funzione di r ; si sarebbe potuto così ottenere il valore di un intervallo qualsiasi di temperatura $t_2 - t_1$ dal valore dell'integrale del 2° membro tra le resistenze corrispondenti r_1, r_2 . Con ciò la misura delle alte temperature si sarebbe ricondotta a una misura di resistenze, senza calibrazione con punti fissi, e senza ricorrere a relazioni empiriche tra r e t , che richiedono sempre una estrapolazione malsicura nel campo delle temperature elevatissime. Si sarebbe avuto quindi un nuovo criterio assoluto per la misura esatta delle alte temperature dei corpi reali, fondato sulla teoria dei calori specifici, come un criterio assoluto è offerto per la temperatura del corpo nero dalla applicazione delle leggi di Stefan o di Wien.

La constatata variabilità del calore specifico ad alta temperatura toglie la possibilità di ricorrere a un metodo così seducente, ma rivela insieme una deficienza inattesa e grave della teoria. Malgrado i progressi recenti dovuti alla ipotesi dei quanti, nel campo delle basse temperature, la teoria dei calori specifici ha ancora molto da fare per portarsi in accordo sicuro coi fatti; e le divergenze più gravi si manifestano proprio nel campo delle alte temperature, per il quale pareva indubitato che la legge di Dulong e Petit avesse la sua piena validità.

Fisica terrestre. — *Sull'azione refrigeratrice dei ghiacciai.*

Nota del prof. V. MONTI, presentata dal Corrisp. A. BATTELLI.

1. Che nelle vicinanze delle fronti dei ghiacciai l'atmosfera delle località sottostanti debba, in condizioni convenienti di distanza, di stagione e di ora, presentare temperature più basse di quelle che i soli effetti della altitudine e dell'insolazione importerebbero è cosa, naturalmente, da non mettersi in dubbio. Se però si cerca di farsi un'idea quantitativa di questa azione refrigeratrice dei ghiacciai, s'incontrano gravi difficoltà, tanto ricorrendo a elementi di studio diretti come ad elementi indiretti.

Elementi diretti sono le osservazioni termometriche regolari istituite in località più meno vicine alle fronti dei ghiacciai. Le difficoltà che qui si presentano sono di due specie; e cioè:

a) Penuria delle osservazioni stesse in quanto siano prolungate per un tempo sufficiente. Nelle Alpi, p. es., sono tre i bacini glaciali principali che più interesserebbe considerare: quello di Chamonix nel gruppo del

M. Bianco; quello di Zermatt nei gruppi del Cervino e del Rosa; quello di Grindelwald nell'Oberland bernese. Ma per Chamonix non si hanno che alcune osservazioni sporadiche di De Saussure, relative alla fine del secolo XVIII, e quelle estive, e non esenti da numerose lacune, di J. Vallot, relative agli anni 1887, 1890-91-92 (cfr. *Ann. de l'Observ. du M. Blanc*; I, III). Per Zermatt le cose vanno molto meglio; le osservazioni regolari alle ore 7, 13 e 21 vi si fanno in tutte le stagioni ininterrottamente dal 1886 in poi: invece per Grindelwald, non solo le regolari osservazioni incominciarono più tardi, ma le lacune arrivano fino al 1897.

b) Influenze a cui la temperatura sottostà per cause estranee alla vicinanza dei ghiacciai. Citerò, ad esempio, una circostanza che si verifica nel caso di Chamonix, e che è stata messa in luce da Vallot. Il paese è collocato in una valle profonda, orientata da SW a NE; la disposizione stessa delle montagne che fiancheggiano questa valle e la loro altezza ritardano l'apparire del sole al mattino e ne anticipano la scomparsa serale; ne deriva un caratteristico prolungarsi del freddo notturno che in estate dura fino verso 8^h ed a cui succede un brusco aumento di temperatura.

Di elementi indiretti ve n'ha più d'uno. Per es., il limite altimetrico del bosco suole arretrare in modo sensibile davanti alle fronti dei grandi ghiacciai, per causa della corrente d'aria refrigerata e addensata che ne discende. È però da notare che questa corrente è anche essiccata dai ghiacciai, e che ciò contribuisce allo stesso effetto; non mancano poi eccezioni alla norma generale dell'azione dei ghiacciai sul bosco. Per es., nello studiare il limite del bosco al Gran Paradiso (cfr. *Riv. Geogr. It.*, 1913), ho incontrato il caso del grande ghiacciaio del Traio, di contro alla cui morena frontale termina il bosco, toccando quivi la quota del suo limite climatico. In generale poi l'opera del diboscamento è stata nelle Alpi così attiva, che la determinazione del limite del bosco riesce in molti casi singolarmente difficile; senza contare che sulla quota di esso, oltre alla vicinanza dei ghiacciai, troppe altre cause influiscono, come la natura del terreno, la configurazione del rilievo orografico, la circolazione dei venti, le precipitazioni, le valanghe, ecc.

Tutto sommato, il miglior partito è ancora quello di ricorrere agli elementi diretti.

Questi possono al nostro scopo impiegarsi in due modi distinti. Si può, in primo luogo, confrontare le temperature di una località vicina a grandi ghiacciai in un'epoca in cui questi abbiano avuto una grande estensione, con quelle che la località stessa presenta in un'epoca di magra. È ciò che cercherò di fare, per quanto è possibile, per Chamonix.

Si possono poi confrontare le temperature attuali di una località vicina ai ghiacciai, con quelle che, a pari altitudine, si hanno ad una distanza un po' maggiore dai medesimi. Qualche cosa di simile è, fino ad un certo punto,

possibile pel bacino di Zermatt. Nell'un caso e nell'altro l'azione refrigeratrice dei ghiacciai risulta minore di quel che alla prima si crederebbe.

2. I soggiorni di Saussure a Chamonix ebbero luogo tra il 1760 e il 1790. Che entro quell'intervallo di tempo, e precisamente verso il 1770, si sia iniziato un periodo di avanzata generale dei ghiacciai alpini è cosa nota, e per molte indicazioni che Saussure dà qua e là nei *Voyages dans les Alpes*, perfettamente applicabile anche al M. Bianco ⁽¹⁾. Non si potrebbe però dedurre senz'altro da questa circostanza che i ghiacciai del M. Bianco fossero allora molto più estesi di adesso. La prova di questo fatto non può dedursi che dal confronto di vedute dei ghiacciai, prese, dallo stesso punto di vista o quasi, alla fine del secolo XVIII e a quella del XIX. Una fortunata circostanza mi porge il modo di soddisfare a questa esigenza, se non pei ghiacciai discendenti verso Chamonix, per uno almeno dei maggiori del versante di Courmayeur, la Brenva. Una bella veduta di questo interessante ghiacciaio fu presa nel 1767 da Jallabert ed orna il III volume dei *Voyages*. Dello stesso ghiacciaio e quasi dallo stesso punto di vista prese una fotografia nei primi anni del secolo XX Porro (*Boll. del C. A. I.*; 1904); e il confronto mostra che lo stato della fronte e la mole della lingua terminale non potrebbero essere più diversi.

La maggiore estensione che i ghiacciai presentavano sullo scorcio del secolo XVIII nel gruppo del M. Bianco doveva operare più attivamente che non ora sulla temperatura dei luoghi vicini per tre ragioni cospiranti, e cioè:

a) perchè l'azione refrigeratrice dei ghiacciai era certamente rinforzata dalla loro maggior mole;

b) perchè le fronti dei ghiacciai discendevano più in basso;

c) perchè rimaneva coperta di ghiaccio una parte di terreno roccioso che, altrimenti, riverberando il calor solare, avrebbe contribuito a sollevare le superficie isoterliche.

Accingendoci a verificare se ci è dato di rinvenire una differenza tra le temperature che si osservavano allora a Chamonix e quelle che si osservano adesso, potremo restringerci all'estate ed alle ore più calde, perchè è in tale stagione e in tali ore che, essendo più alta la differenza di temperatura tra l'atmosfera e la superficie del ghiacciaio, l'azione refrigeratrice di questo può essere più intensa; e vi contribuisce il fatto che in tale stagione e in tali ore scorrono più abbondanti le gelide acque di fusione del ghiacciaio e meglio possono servire a propagare a distanza l'azione medesima.

⁽¹⁾ Leggesi nella *Geografia fisica* di E. Kant che un W. Coxe, autore di lettere sullo stato della Svizzera le quali apparvero, tradotte in tedesco, a Zurigo nel 1792, aveva già nel 1785 riscontrato un regresso dei ghiacciai di Grindelwald; ed è soggiunto che qualche cosa di simile egli ebbe a notare nella « Mer de Glace » presso Chamonix. Di questa seconda osservazione non è però in Kant assegnata la data.

Ora, nel III volume dei *Voyages*, nel capitolo dedicato al clima, alla agricoltura, ecc. della valle di Chamonix. Saussure scrive che la massima temperatura da lui osservata nei suoi undici soggiorni nel capoluogo fu di 20°.2 R. e si ebbe il 25 luglio 1781. Quando l'A. così scriveva, non doveva avere ancora compiuta la sua celebre campagna meteorologica al Colle del Gigante, durata dal 5 al 18 luglio 1788, o non ne aveva ancora presi in considerazione i risultati. Questi non figurano infatti nei *Voyages*. Il registro delle osservazioni fatte in quella campagna rimase inedito presso la famiglia dello scienziato ginevrino, finchè, nel 1890, un suo nipote, Enrico De Saussure, lo pubblicò nel suo testo originale in occasione del centenario della Società di Fisica e Storia naturale di Ginevra.

Durante la campagna in questione la temperatura fu osservata di 2 in 2 ore, senza interruzione, al Colle, a Chamonix ed a Ginevra. Per Chamonix la citata massima del 25 luglio 1781 fu superata, in quelle due settimane di luglio 1788, nei giorni 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17 e 18. La temperatura più alta si osservò intorno a 12^h del 13 e fu di 24° R. Posto che Saussure determinava ancora l'80° R. dei suoi termometri immergendone il bulbo nell'acqua bollente invece che nel vapore di essa, e assumeva come pressione normale quella di 27 pollici, pari a 730 mm. (cfr. il suo *Essai sur l'hygrométrie*), questa temperatura, ridotta in centigradi, non equivale appunto a 30° C., ma corrisponde probabilmente a qualche cosa di meno. Tenendo poi conto di un eventuale spostamento dello 0, che nei buoni termometri dell'epoca poteva arrivare fino a mezzo grado circa (¹), si conclude che la massima temperatura osservata per opera di Saussure a Chamonix fu compresa tra 29° e 30° C.

A questo punto è necessario occuparci delle condizioni termiche generali dell'estate 1788. Qualche lume si può ricavare in proposito dai più vecchi osservatori della valle del Po. Torino dà pel luglio 1788 una media di 23°.4 C., superiore di 0°.6 alla media generale di luglio nel periodo 1787-1865, in cui le osservazioni furon fatte all'Accademia delle Scienze. Dai dati poi di Milano e di Padova, insieme con quelli di Klagenfurt, Hann dedusse (*Klimatologie*, I), che nel 1788 culminò la fase calda e asciutta del noto ciclo di Brückner.

Saltando ora di piè pari un secolo, si giunge alle osservazioni di Vallot. Nel frattempo, oltre al ritiro dei ghiacciai, un altro elemento deve essere avvenuto, ed avere apportato una modificazione nel clima di Chamonix. Questo è il diboscamento, che dovette essere inevitabile se il piccolo villaggio perduto nelle Alpi si è mutato in una frequentata e ricca villeggiatura estiva. Ma le misure di Hann (loc. cit.), fatte sui boschi dei dintorni

(¹) Quando, nel 1822, Pictet riscontrò la graduazione del termometro che da un quarantennio serviva all'osservatorio di Ginevra, verificò appunto uno spostamento di 0°.5 R.

di Vienna, han mostrato che l'influenza del bosco sulla temperatura massima al mattino ed alla sera, è molto minore nelle ore meridiane, alle quali dobbiamo limitarci per trovare dei termini di confronto colle osservazioni di Saussure. Il confronto poi sarà tanto più attendibile, in quanto che nel 1893, cioè appena un anno dopo le ultime osservazioni di Vallot, culmina di nuovo, secondo le determinazioni di Hann, la fase calda del cielo di Brückner.

Vallot installò nel 1887 un registratore Richard nel giardino dell'*Hôtel du M. Blanc*, entro l'abitato di Chamonix, a una quota di m. 1035, di soli 6 metri superiore alla quota data da Saussure per la sua osservazione del luglio 1781. A partire dal 1890, il registratore funzionò allo Chalet Vallot, fuori dell'abitato, a una quota di m. 1085. Ritenendo $0^{\circ},75$ come gradiente medio verticale per Em. della temperatura in estate verso il mezzogiorno, le temperature meridiane osservate dal Vallot nel 1890-91-92 vanno dunque aumentate di circa $0^{\circ},4$ per renderle comparabili a quelle di Saussure.

Pel 1887 Vallot ha pubblicato solamente la riproduzione dei grafici sperimentali. Tra il 16 luglio e il 12 settembre le massime non raggiunsero mai 30° ; superarono 29° il 19 luglio e l'8 e 9 agosto: quell'estate dovette nei dintorni del M. Bianco essere abbastanza calda se le anomalie medie di luglio furono di $+2^{\circ},3$ per Ginevra e $+2^{\circ},2$ pel G. S. Bernardo, e quelle d'agosto di $+0^{\circ},5$ per Ginevra e $+0^{\circ},7$ pel G. S. Bernardo.

Pel 1890 e i due anni seguenti l'A. pubblica i risultati orari dello spoglio dei diagrammi e le massime e le minime di ciascun giorno. Nel 1890 la temperatura più alta si ha il 18 agosto con 28° ; l'estate fu relativamente mite; le anomalie di luglio furono di $-1^{\circ},2$ per Ginevra, di $-1^{\circ},3$ pel G. S. Bernardo; quelle di agosto di $-0^{\circ},25$ e $\pm 0^{\circ},0$ per le due località rispettivamente.

Pel 1891 la massima delle massime è di $29^{\circ},8$ il 15 agosto. Anche questa fu un'estate relativamente mite; anomalie di luglio: $-0^{\circ},7$ per Ginevra, $-0^{\circ},6$ pel G. S. Bernardo; anomalie di agosto: $-0^{\circ},6$ e $-1^{\circ},2$ rispettivamente.

Pel 1892, estate relativamente calda, la massima di agosto fu di $31^{\circ},2$ il 17; anomalie di luglio: $-0^{\circ},7$ per Ginevra, $+0^{\circ},4$ pel G. S. Bernardo; anomalie d'agosto: $+1^{\circ},4$ e $+1^{\circ},8$ rispettivamente.

Se è lecito esprimere un giudizio in base ai citati elementi, il ritiro dei ghiacciai effettuati durante il secolo XIX non avrebbe dunque sensibilmente influenzato le temperature estive di Chamonix.

3. Passeremo ora a considerare col secondo dei metodi in principio accennati l'anfiteatro glaciale di Zermatt.

Il materiale di studio si prospetta qui nel modo seguente. Zermatt sta in fondo ad una conca incisa nel versante settentrionale dei gruppi del Cervino e del Rosa, ad una quota di m. 1613. Scendono dalle pareti che abbrac-

ciano l'anfiteatro numerosi ghiacciai, una quindicina circa: la linea media delle fronti corre suppergiù a m. 2500; ma alcuni ghiacciai, e fra i maggiori, si abbassano assai più; per esempio, il Gornergletscher ha la fronte a m. 1840; la distanza orizzontale tra Zermatt e le estremità più vicine dei ghiacciai è di 3-4 km. In fondo all'estremità N della conca, là dove questa sbocca nel Vallese, a soli 19 metri più in alto di Zermatt, in posizione più libera e più lontana dal grosso dei ghiacciai, è Grächen. Per entrambe le località de Quervain ha calcolato (*Beitr. z. Geophys.*; 1904) le medie temperature mensili, per le ore 7, 13 e 21, dedotte dal decennio 1891-1900. Dallo stesso decennio e per le stesse ore, sui dati di Zurigo, Lucerna, Altstätt, del Rigi e del Säntis, egli ha pure calcolato i gradienti medi verticali mensili. Data la piccola differenza altimetrica tra Grächen e Zermatt, essi possono perfettamente servire a ridurre al livello di Zermatt le temperature di Grächen.

Limitiamo il confronto tra le due località al periodo aprile-novembre per cui meglio si può parlare di azione refrigeratrice dei ghiacciai. Lo specchietto seguente è diviso in tre parti relative alle ore 7, 13 e 21 rispettivamente. Nella prima orizzontale di ciascuna parte figurano le medie di Zermatt per ogni mese del detto periodo; nella seconda quelle di Grächen ridotte al livello di Zermatt; nella terza le differenze Zermatt-Grächen.

	A	M	G	L	A	S	O	N
	— 0,7	4,2	9,0	10,7	8,9	6,2	1,9	— 2,1
Ore 7	0,1	5,8	10,4	12,1	10,8	7,9	3,4	— 0,1
	— 0,8	— 1,6	— 1,4	— 1,4	— 1,9	— 1,7	— 1,5	— 2,0
	7,3	11,0	15,3	17,7	16,8	14,5	9,1	4,4
Ore 13	7,0	10,4	14,8	17,5	16,6	14,0	8,8	5,0
	+ 0,3	+ 0,6	+ 0,5	+ 0,2	+ 0,2	+ 0,5	+ 0,3	+ 0,6
	1,5	5,3	8,8	10,7	10,2	7,9	3,2	— 1,3
Ore 21	2,3	5,7	10,2	12,3	11,7	9,1	4,2	0,3
	— 0,8	— 0,4	— 1,4	— 1,6	— 1,5	— 1,2	— 1,0	— 1,6

I valori e i segni delle differenze si prestano a qualche considerazione. Che alle 7 ed alle 21 Zermatt sia più fredda di Grächen, ciò può dipendere dalla vicinanza dei ghiacciai, ma vi contribuisce certamente la posizione di Zermatt, più riparata dal sole. Invece a ore 13 Zermatt è più calda di Grächen, eccettuato novembre. Poiché è innegabile che appunto verso quell'ora l'effetto della vicinanza dei ghiacciai deve essere maggiore, a spiegare i valori positivi delle differenze bisogna ricorrere al calore riverberato dalle enormi pareti rocciose ignude circostanti e dal materiale morenico.

Il minore eccesso di Zermatt su Grächen a 13^h si ha in luglio ed agosto, nel qual fatto appare evidente l'influenza termica dei ghiacciai.

Ad ogni modo, tanto le osservazioni di Chamonix come queste ultime di Zermatt, concorrono a mostrare come tale azione dei ghiacciai sia piccola già a qualche km. di distanza dalle loro fronti.

4. Non è perciò da aspettarsi che i gradienti termometrici verticali calcolati in base ad un'alta stazione di vetta e ad un'altra prossima a ghiacciai sian per risultare anomali per difetto. I calcoli fondati sui risultati dell'osservazione confermano questo modo di vedere.

Il gradiente calcolato da Hann (*Mel. Zeitschr.*; 1907) sulle osservazioni di Vallot all'osservatorio delle Bosses e a Chamonix non presenta nulla di anormale. Esso ammonta in media (bene inteso per la stagione a cui le osservazioni si riferiscono, e cioè per l'estate) a $0^{\circ},62$ per Em., mentre in Svizzera è, in media, per giugno di $0^{\circ},66$, per luglio di $0^{\circ},58$, per agosto di $0^{\circ},60$, per l'estate $0^{\circ},61$. Il più alto valore orario del gradiente Bosses-Chamonix si ha a 14^h ed è di $0^{\circ},73$, mentre in Svizzera è sempre, nei mesi estivi ed a 13^h , di $0^{\circ},76$.

Similmente i dati forniti da Alessandri ed Eredia (*Atti della R. Accademia dei Lincei*; 1909) per le estati 1907 e 1908 alla Capanna Margherita sul Roma, e quelli sincroni per Zermatt che si possono avere dagli Annali dell'Ufficio meteorologico svizzero permettono un calcolo analogo del gradiente Capanna-Zermatt.

Per agosto si hanno i seguenti dati medi:

Ore	7	gradiente di	$0^{\circ},64$
"	13	"	" $0^{\circ},82$
"	21	"	" $0^{\circ},65$

Ora il gradiente $0^{\circ},82$ è precisamente il più alto di quelli calcolati da de Quervain per la Svizzera, e gli risultò appunto per il mese di agosto, e s'intende per le ore 13, nell'intervallo Rigi-Lucerna.

Fisica. — *Sulla birifrangenza della sostanza corticale dei peli animali.* Nota II di A. POCHETTINO, presentata dal Socio P. BLASERNA.

1. La doppia rifrazione accidentale nelle sostanze che presentano nel comportamento elastico deviazioni notevoli dalla legge di Hooke, ha formato oggetto di parecchie ricerche sperimentali ⁽¹⁾; presenta un certo interesse l'esame di questo fenomeno nelle sostanze a struttura nettamente cellulare che, come la sostanza corticale dei peli animali, oltre ad un comportamento elastico anomalo, presentano già allo stato naturale una forte birifrangenza. Nella presente Nota espongo i risultati di alcune osservazioni sulla birifran-

⁽¹⁾ Bjerkén, Wied. Ann., 43, pag. 808, 1891; Leick, Ann. der Phys., 14, pag. 139, 1904; Rossi P., Rend. R. Accad. Napoli, nn. 5, 6, 7, 8, 9, 1910.

genza accidentale nella sostanza corticale dei capelli umani (non sottoposti ad alcun trattamento) studiata in rapporto al comportamento elastico.

Il dispositivo usato in queste esperienze è semplice: sul tavolino del microscopio a polarizzazione (munito del compensatore di Babinet) è fissato un piano metallico AB (cm. $4,5 \times 11$) il quale porta da un lato un sostegno S su cui viene fissata con ceralacca un'estremità del capello; questo poggia poi sulla gola di una carrucola c e porta all'estremità libera un uncino cui si possono attaccare i pesi tensori P. Poichè coll'allungamento per effetto della tensione vengono a trovarsi di fronte all'obbiettivo del microscopio successivamente punti diversi del capello, si scelsero per l'esame sempre campioni in cui le variazioni della birifrangenza naturale da sezione e sezione, non fossero molto marcate e di essi si studiò la parte mediana dove le variazioni stesse sono in generale meno sensibili. Data la necessità in queste esperienze di operare su capelli integri e con ingrandimenti non molto forti,

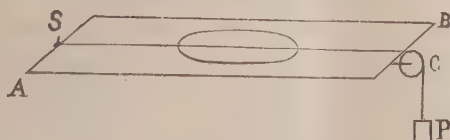


Fig. 1...

non ho potuto studiare separatamente il comportamento della cuticola, della sostanza corticale e del midollo: siccome però l'aspetto delle frange del compensatore è molto simile a quello rappresentato dalla figura della Nota precedente, essendo solo molto maggiore lo spostamento loro in corrispondenza alla sostanza corticale, si può ammettere che la birifrangenza accidentale acquistata dal midollo e dalla cuticola sia trascurabile di fronte a quella assunta dalla sostanza corticale nelle stesse condizioni.

2. Se si sottopone un capello ad una tensione longitudinale, la sua birifrangenza presenta un notevole aumento, quindi: *la birifrangenza accidentale, dovuta ad una tensione longitudinale, è, come quella naturale, positiva*. Questa birifrangenza accidentale varia da campione a campione, cresce però sempre coll'aumentare del peso tensore fino alla rottura:

Peso tensore	Δ_a
70 gramm.	18,2 — 16,7 — 19,7 — 15,1 — 16,9
80 "	22,6 — 22,5 — 21,9
120 "	32,6 — 30,2 — 30,8

Δ_a sta d'ora in avanti a indicare la birifrangenza accidentale (dedotta sottraendo da quella osservata nelle esperienze di tensione quella naturale presentata prima della tensione) espressa in lunghezze d'onda della luce del sodio e riferita allo spessore di 1 mm.

3. Applicando ad un capello una tensione determinata, oppure togliendo il carico tensore ad un capello teso, tanto Δ_a quanto l'allungamento subito l non raggiungono immediatamente il loro valore definitivo corrispondente al nuovo stato di cose, e l'intervallo di tempo necessario a raggiungere questo valore definitivo, è diverso da campione a campione: però si nota sempre che Δ_a raggiunge il valore finale prima che non l . Riporto qui due esempi, il primo, riferentesi ad un campione pel quale il raggiungimento del valore definitivo si compie molto lentamente, e l'altro ad un campione a raggiungimento sollecito, ambedue in condizioni iniziali sensibilmente eguali. In ambedue gli esempi t indica il tempo, contato: nella prima serie a partire dal momento in cui si applica il peso tensore, nella seconda, dal momento in cui si toglie; l l'allungamento in mm.

I. *Lunghezza iniziale mm. 176,4*

Peso tensore 50 grammi

	$t = 1'$	3'	5'	8'	10'	20'	40'	60'
(1)	$\Delta_a = 3,7$	6,4	7,7	8,7	9,3	10,6	11,3	11,3
	$l = 8,8$	13,6	16,1	19,4	21,4	28,0	33,6	34,0

Diametro iniziale μ 88,4

Δ ordinaria 10,78

	$t = 2'$	3'	5'	10'	20'	40'	60'
(2)	$\Delta_a = 3,1$	2,8	2,5	2,0	1,4	0,5	0,1
	$l = 20,0$	17,2	15,1	12,8	10,5	8,4	8,0

II. *Lunghezza iniziale mm. 174,2*

Diametro iniziale μ 88,3

Peso tensore 50 grammi

Δ ordinaria 10,85

	$t = 2'$	3'	4'	5'	15'	30'	50'	2'	3'	30'
(1)	$\Delta_a = 3,3$	4,2	4,4	4,4	4,5	4,4	4,4	(2)	1,6	0,3
	$l = 24,9$	28,8	31,3	32,0	37,1	37,1	37,4		19,3	19,0
									15,8	

Nota. Calcolando il modulo di trazione E di un capello in corrispondenza a tensioni crescenti si trova che E varia enormemente al variare del carico tensore, diminuendo al crescere di quest'ultimo. Segue un esempio dei risultati ottenuti: P indica il carico tensore in grammi, E_1 il modulo per un capello mai cimentato in antecedenza, E_2 il modulo stesso per un capello antecedentemente sottoposto ad una tensione superiore ai 70 grammi, lasciato quindi in riposo di 24 ore e poi studiato:

$P =$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$E_1 =$	271	244	250	183	101	78	46	46	40	44
$E_2 =$	272	247	104	86	85	81	98	86	91	98

Al crescere della tensione, E diminuisce notevolmente, ma da una certa tensione in poi rimane pressochè costante fino alla rottura del capello; però nei campioni che già

Da questi esempi si noterà il fatto, verificantesi sempre, che i campioni i quali, per un dato carico tensore, assumono una birifrangenza accidentale maggiore, non sono quelli che si allungano maggiormente bensì quelli che raggiungono lo stato definitivo più lentamente. In generale dopo 30' dall'applicazione di un dato carico tensore si può ritenere che tanto Δ_a quanto l hanno raggiunto il loro valore definitivo corrispondente; dopo un'ora dalla cessazione della tensione si può dire che la birifrangenza accidentale è scomparsa, ma per l'allungamento l le cose vanno diversamente a seconda che il capello è nuovo o venne già precedentemente sottoposto ad una tensione superiore ai 70 grammi e poi lasciato in riposo: nel primo caso, finchè non si superi una tensione, variabile da campione a campione di 50-70 grammi, l'allungamento, cessata la tensione, si riduce sensibilmente a zero in circa quattro ore, mentre, oltrepassato quel limite, una parte dell'allungamento permane definitivamente; nel secondo caso l'allungamento sebbene lentissimamente (in parecchi giorni) scompare del tutto.

4. La birifrangenza accidentale in un capello al quale si faccia subire bruscamente un allungamento dato, non raggiunge subito il suo valore definitivo; anzi il suo andamento col tempo, contato questo dall'istante in cui si effettua l'allungamento, presenta una particolarità interessante. Per sperimentare si procedeva così: disposto il capello sul tavolino a tensione, lo si caricava con un peso tensore capace di dare al capello un allungamento molto maggiore di quello cui si voleva sottoporlo e si impediva la discesa del peso, oltre il limite fissato, con un sostegno posto a distanza atta a dare al capello un allungamento determinato e pressochè istantaneo. Ecco un esempio dei risultati che si ottengono operando in tal modo:

Lunghezza iniziale mm. 182,4. Allungamento mm. 52,4. Δ ordinaria 10,4.

$t = 8''$	$15''$	$45''$	$1'$	$2'$	$3'$	$8'$	$15'$	$40'$
$\Delta_a = 8,5$	8,3	8,0	7,7	7,7	7,6	7,3	7,2	7,2

Nei primi secondi quindi dunque la birifrangenza accidentale presenta un valore nettamente superiore al definitivo che raggiunge in media dopo 15' circa dall'istante in cui si effettua l'allungamento; questo fatto si è manifestato distintamente in tutte le misure compiute.

subirano uno stiramento, la costanza di E comincia a verificarsi a partire da una tensione minore che non in quelli mai cimentati precedentemente.

Il coefficiente σ di Poisson varia molto da campione a campione e presenta un valore medio maggiore nei campioni nuovi che non in quelli già cimentati precedentemente a tensioni superiori ai 70 grammi: in questi ultimi σ varia da 0,14 a 0,37 con una media di 0,28, per i campioni nuovi σ varia da 0,20 a 0,50 con una media di 0,39.

Il carico di rottura varia da 10 a 18 chilogrammi per 1 mm² della sezione primitiva.

Questo sta a significare che nella seconda metà del ciclo, Δ_a segue le variazioni del peso tensore più rapidamente che non l .

A chiarire meglio l'andamento di Δ_a e di l in un ciclo completo di tensioni, riporto qui un esempio di un ciclo intero per un campione mai cimentato, avvertendo che fra misura e misura si lasciò sempre un intervallo di 30' senza scaricare mai il capello:

P =	10	20	30	40	50	60	50	40	30	20	10	0
$\Delta_a =$	0,2	0,6	1,2	2,6	5,7	8,8	8,3	7,5	6,2	4,6	3,0	1,3
$l =$	0,8	2,3	6,1	13,3	23,2	32,5	31,6	30,1	28,6	26,2	22,1	14,4

La figura qui annessa consente un esame più rapido dell'andamento di Δ_a e di l : sulle ascisse sono riportati i valori del peso tensore (1 div. = 10 gr.), sulle ordinate sono riportati i valori di Δ_a (1 div. = $1 \cdot \lambda_0$) e gli allungamenti l (1 div. = 8 mm.) la curva intiera si riferisce a Δ_a , quella tratteggiata a l ; si scorge così subito che nella 2^a metà del ciclo Δ_a diminuisce più rapidamente di l .

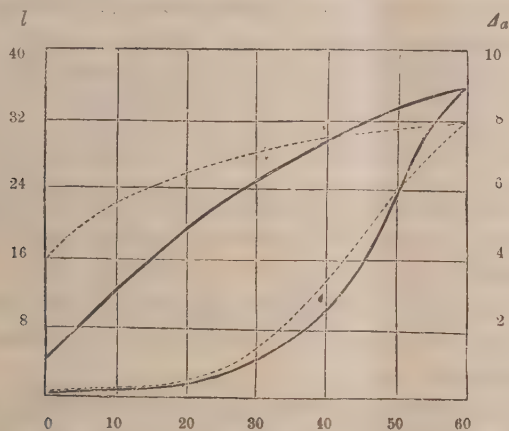


FIG. 2.

Concludendo:

1) la birifrangenza accidentale che nei capelli umani, causa una tensione longitudinale, si sovrappone a quella naturale, è, come questa, positiva e può raggiungere, se riferita allo spessore di un millimetro di sostanza attraversata dalla luce, il valore di $30 \lambda_0$ e più;

2) se si sottopone un capello ad una determinata tensione, il rapporto fra la birifrangenza acquistata e l'allungamento subito, si mantiene costante per circa 10' dall'applicazione della tensione, poi diminuisce, e infine, al di là dei 40', rimane costante: nei primi istanti dunque Δ_a ed l crescono proporzionalmente fra di loro, poi l'accrescimento di l si fa più forte di quello

Δ_a finchè Δ_a ed l rimangono costanti ambedue. Togliendo la tensione, il rapporto suddetto cresce fino a 5' dall'istante della soppressione della tensione, poi diminuisce rapidamente: nei primi istanti dunque Δ_a diminuisce più lentamente di l , poi molto più rapidamente;

3) se si produce bruscamente in un capello un allungamento determinato, la birifrangenza accidentale assume, nei primi secondi, un valore maggiore del definitivo che raggiunge poi in capo a circa 15'. Questo fenomeno potrebbe esser dovuto alla struttura della sostanza corticale del capello e spiegarsi ammettendo che parte almeno della birifrangenza accidentale prodotta da una tensione longitudinale, sia dovuta ad un accostamento delle lamelle cheratinizzate o delle fibrille che uniscono il protoplasma dei vari elementi costituenti la sostanza corticale e ne fanno parte integrante ⁽¹⁾: le lamelle o le fibrille per effetto della tensione brusca dapprima si accostano notevolmente, poi, come per una specie di rilasciamento, la loro distanza mutua cresce leggermente e quindi la birifrangenza accidentale diminuisce;

4) sottoponendo un capello a tensioni crescenti, la birifrangenza accidentale si mantiene sensibilmente proporzionale agli allungamenti nei campioni precedentemente sottoposti ad una tensione superiore ai 70 grammi; nei campioni nuovi questa proporzionalità si manifesta per tensioni fra 10 e 30 grammi e fra 50 e 60 grammi, per tensioni fra 30 e 50 grammi il crescere dell'allungamento è più forte che non quello della birifrangenza accidentale;

5) la birifrangenza accidentale prodotta da un determinato carico tensore per unità di superficie di sezione, è proporzionale a questo per carichi relativamente piccoli (fino a 300 grammi per mm² di sezione per i capelli già stirati, e fino a 600 grammi per i nuovi), poi cresce più rapidamente del carico tensore per unità di superficie della sezione per ambedue le specie di campioni;

6) se si sottopone un capello ad un ciclo completo di tensioni, prima successivamente crescenti e poi decrescenti si nota, nella seconda metà del ciclo, che la birifrangenza accidentale segue le variazioni del carico più rapidamente che non l'allungamento e non si riduce a zero coll'annullarsi del carico, se non dopo un certo tempo, in generale non superiore a tre ore. Una buona parte dell'allungamento nei capelli nuovi permane invece definitivamente; in quelli già stirati scompare solo dopo almeno dodici ore. Questa birifrangenza accidentale residua, di comportamento affatto diverso dall'allungamento, potrebbe esser dovuta ad uno spostamento delle lamelle o delle fibrille già ricordate: sotto l'azione del carico tensore le lamelle e le fibrille si accostano fra di loro, diminuendo così lo spessore degli straterelli d'aria interposti, e non riacquistano la loro posizione primitiva se non dopo un certo tempo dall'annullamento del carico tensore e ciò indipendentemente dall'allungamento subito dal campione.

(¹) Vedi Nota precedente.

Chimica. — *Torimolibdati*. Nota di G. A. BARBIERI, presentata dal Socio G. CIAMICIAN.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Chimica. — *Composti del nichel monovalente*. Nota II, di I. BELLUCCI ed R. CORELLI (¹), presentata dal Socio E. PATERNO.

In prosecuzione di quanto abbiamo esposto nella Nota precedente sullo stesso argomento (²) prendiamo qui in esame il secondo metodo analitico impiegato dal Moore per stabilire il grado di ossidazione del nichel nella soluzione rossa cianurata.

II. *Determinazione gasometrica dell'ossigeno assorbito*. — Introducendo la soluzione rossa ridotta in una buretta contenente ossigeno ed agitando, Moore ha determinato il volume di gas che quella consuma per ritornare al primitivo colore giallognolo del nichelocianuro NiCy_4K_2 . Riferendosi ad un grammo-atomo di nichel (gr. 58,7) Moore ha trovato i seguenti risultati:

	Trovato					Calcolato per	
	I	II	III	IV	V	Ni X	Ni_3X_2 (Moore)
O	10,61	10,42	10,77	10,51	10,48	8	10,66

I valori trovati dal Moore e qui riportati sono notevolmente superiori a quelli da lui ottenuti col metodo argentario (media: gr. 9,26 di ossigeno) ed in realtà ben concordanti col consumo di ossigeno richiesto dalla formola Ni_3X_2 ammessa appunto da tale autore.

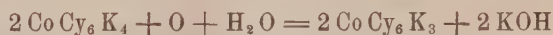
Tali determinazioni gasometriche presentano però una grave causa di errore sfuggita al Moore, per cui non possono prestarsi allo scopo a cui questi le aveva destinate. È necessario che ci soffermiamo brevemente per delucidare questo punto.

Prendiamo di mira il comportamento che offrono di fronte all'ossigeno gassoso alcuni cianosali di altri metalli, facilmente ossidabili all'aria a somiglianza del cianosale rosso del nichel di cui ci stiamo occupando, e fissiamo senz'altro le idee sul cobalto-cianuro potassico CoCy_6K_4 . Questo sale per

(¹) Lavoro eseguito nell'Istituto Chimico della R. Università di Roma.

(²) Vedi questi Rendiconti, fascicolo precedente, pag. 603.

trasformarsi in cobalti-cianuro $\text{Co Cy}_6 \text{K}_3$ dovrebbe consumare per ogni grammi-molecola un grammi-equivalente di ossigeno gasoso, giusta l'equazione:



In una brevissima Nota, pubblicata contemporaneamente alle sue ricerche intorno alla riduzione del nichelocianuro, lo stesso Moore ⁽¹⁾ per primo ha osservato che per tale ossidazione viene invece assorbita una quantità di ossigeno gasoso superiore a quella teorica. Riferendosi ad un grammi-atomo di cobalto (gr. 59) egli ottenne infatti i seguenti valori:

	Trovato			Calcolato per Co X_3
Ossigeno	10,72	10,65	10,74	8

Moore ha inoltre notato che la quantità di ossigeno assorbita da una soluzione di cobalto-cianuro è variabile ed aumenta, se vi è presente un eccesso di alcali, fino ad un massimo da lui osservato in gr. 13,72 per un grammi-atomo di cobalto. Osservò anche che la soluzione del cobalto-cianuro, dopo l'ossidazione, svolgeva per riscaldamento ossigeno, concludendo che in tale processo probabilmente si formava insieme all'ordinario cobalti cianuro Co Cy K_3 , un cobalti-cianuro, più labile, di forma superiore a quella Co X_3 .

Il comportamento del cobalto-cianuro potassico di fronte all'ossigeno gasoso è stato più tardi ripreso in esame da Manchot ed Herzog ⁽²⁾, i quali sono giunti a stabilire che l'assorbimento dell'ossigeno può spingersi anche al disopra di quanto aveva trovato Moore, e precisamente fino ad un grammi-atomo di ossigeno per una grammi-molecola di cobalto-cianuro, cioè fino al doppio della quantità teorica richiesta per l'ossidazione a cobalti-cianuro. Questi AA. fecero in pari tempo l'interessante constatazione che nella soluzione del cobalti-cianuro, dopo l'assorbimento dell'ossigeno gasoso, vi era *presenza di acqua ossigenata*, in quantità variabile a seconda della velocità con cui si era compiuto il processo d'ossidazione. Rimaneva in tal modo chiarito il consumo di ossigeno al disopra della quantità teorica.

Noi abbiamo ripetuto le prove gasometriche eseguite dal Moore facendo assorbire ossigeno gasoso dalla soluzione rossa cianurata del nichel ed abbiamo constatato realmente assorbimenti di ossigeno superiori al rapporto di un grammo-equivalente di ossigeno per un grammo-atomo di nichel; però nella soluzione, che ha assorbito ossigeno, abbiamo riscontrato nettissima la *presenza di acqua ossigenata*.

In perfetta analogia col comportamento notato da Manchot ed Herzog (loc. cit.) per il cobalto-cianuro, anche nel nostro caso la quantità di acqua ossigenata che si forma è soprattutto in funzione della velocità con cui si

⁽¹⁾ Chemical News, 68, 295 (1893).

⁽²⁾ Ber., 33, 1742 (1900).

compie l'ossidazione (vale a dire a seconda che si agiti o no la soluzione rossa nell'atmosfera di ossigeno).

Non crediamo qui opportuno di fermarci a ricordare le interpretazioni che si son date finora per spiegare questa formazione dell'acqua ossigenata nel caso del cobalto-cianuro ⁽¹⁾ ed in casi consimili; per il nostro scopo è sufficiente aver dimostrato che anche la soluzione rossa del nichel subisce un processo di perossidazione più o meno intensa per opera dell'ossigeno gasoso, e quindi perde ogni valore una determinazione ossidimetrica basata, come ha fatto il Moore, sopra questo metodo.

È in verità strano che Moore, il quale è stato il primo a notare lo straordinario assorbimento di ossigeno gasoso da parte del cobalto-cianuro CoCy_6K_4 , non abbia pensato che qualcosa di simile poteva accadere nel caso del nichelocianuro, e così, come egli era giunto ad ammettere la formazione parziale di un cobalti-cianuro superiore alla forma CoX_3 , ben poteva supporre, per l'intima analogia delle due reazioni, la formazione parziale di un nichelocianuro superiore alla formola NiX_2 , senza ricorrere ad abbassare il grado di ossidazione del nichel ad Ni_3X_2 , cioè al disotto della forma monovalente.

Con quanto abbiamo sopra esposto appaiono dunque ben chiare le cause per cui non può accettarsi la formola Ni_3X_2 stabilita dal Moore.

Ci siamo quindi messi alla ricerca di altri metodi ossidimetrici che potessero dare una sicura misura dello stato di ossidazione che possiede il nichel nella soluzione rossa cianurata e diamo appunto qui sotto un ragguaglio di quelli da noi prescelti.

I. Per un'antica osservazione di Zwenger ⁽²⁾ è noto che le soluzioni di cobalto-cianuro CoCy_6K_4 , specialmente concentrate, lasciano lentamente svolgere idrogeno anche a temperatura ordinaria.

Manchot ed Herzog (loc. cit.) hanno determinato quantitativamente l'idrogeno che si svolge in questo processo ed hanno trovato che per una grammi-molecola di CoCy_6K_4 si svolge una quantità d'idrogeno corrispondente ad un grammi-atomo, secondo l'equazione:



in completo accordo col passaggio del cobalto dalla forma bivalente alla trivalente.

La soluzione rossa proveniente dal nichelocianuro svolge parimenti idrogeno anche a temperatura ordinaria, dando in maniera più intensa lo stesso

⁽¹⁾ Manchot ed Herzog, *Zeit. anorg.*, 27, 397 (1901); Engler, B. 33, 1097. Vedi anche una recentissima Nota di Colin e Sénéchal [*Compt. Rend.*, 156, 625 (1913)] sulla ossidazione dei complessi cobalto-organici.

⁽²⁾ *Annalen*, 62, 163 (1847).

fenomeno offerto dal cobalto-cianuro; riscaldando a lungo in atmosfera inerte, lo sviluppo d'idrogeno diventa più rapido e termina con la scomparsa del colorito rosso della soluzione.

Approfittando di ciò noi abbiamo misurato la quantità d'idrogeno che poteva svolgersi a caldo da un determinato volume della soluzione rossa del nichel, ed abbiamo adoperato a tale scopo una disposizione simile a quella Schultze-Tiemann per la determinazione gas-volumetrica dell'acido nitrico, avendo naturalmente cura che la soluzione rossa in esame non venisse mai a contatto con l'aria atmosferica. La soluzione rossa (10 cc. per ogni esperienza) si faceva gocciolare sopra una massa notevole di acqua in ebollizione (circa $\frac{1}{2}$ litro). Nelle prove da noi eseguite, pur essendo il processo di ossidazione molto più celere perchè in soluzione diluita, per la completa scomparsa del colore rosso è occorsa un'ebollizione di $\frac{3}{4}$ d'ora, come presso a poco hanno trovato Manchot ed Herzog necessario per l'identica ossidazione del cobalto-cianuro.

Vennero da noi eseguite due prove, impiegando rispettivamente 10 cm. di una soluzione rossa, contenente gr. 0.009041 di nichel per cmc.:

	I	II	Calcolato per NiX
Iidrogeno (a 0° e 760 mm.)	cc. 17,8	cc. 17,6	cc. 17,14

Le quantità d'idrogeno svoltesi concordano con quelle richieste per il passaggio da NiX ad NiX₂ e costituiscono una prima prova che nella soluzione rossa è contenuto un composto del nichel monovalente.

II. Dalle determinazioni ossidimetriche che potevano compiersi sulla soluzione rossa ridotta erano naturalmente da escludersi tutte quelle che avrebbero spinto l'ossidazione anche all'acido cianidrico, come ad es. le ossidazioni con soluzioni titolate di K Mn O₄, Cr₂ O₇ K₂, ecc.

Corrisponde molto bene allo scopo una soluzione di jodio, che mentre ossida istantaneamente la soluzione rossa, rimane col titolo inalterato, nelle condizioni da noi sperimentate, tanto in presenza del nichelocianuro Ni Cy₄ K₂, come del cianuro potassico.

Abbiamo infatti eseguito determinazioni ossidimetriche adoperando una soluzione decinormale di jodio.

La soluzione rossa ridotta si faceva scolare entro un eccesso della soluzione di jodio; agitando, istantaneamente il liquido diveniva incolore; si acidificava con acido cloridrico diluito, e si titolava quindi l'eccesso di jodio con soluzione di tiosolfato. Al termine della determinazione rimaneva in sospensione il cianuro nicheloso Ni Cy₂ in piccoli fiocchi verde-pallido.

Per ogni saggio venivano impiegati cc. 10 di soluzione rossa; le concentrazioni delle soluzioni iniziali di nichelocianuro Ni Cy₄ K₂, preparate le une indipendentemente dalle altre, oscillavano tra il 2°/o ed il 5°/o.

a)

Soluz. di NiCy_4K_2 (circa al 2 %) contenente gr. 0,004201 Ni per cc.

	Trovato				Calcolato per NiX
	I	II	III	IV	
Ossigeno	9,00592	0,00575	0,00575	0,00588	0,00572
riferendosi ad un grammi-atomo di Ni:					
Ossigeno	8,27	8,03	8,03	8,21	8

b)

Soluz. di NiCy_4K_2 (circa al 4 %) contenente gr. 0,008672 Ni per cc.

	Trovato				Calcolato per NiX
	I	II	III	IV	
Ossigeno	0,01152	0,01150	0,01154	0,01154	0,01182
riferendosi ad un grammi-atomo di Ni:					
Ossigeno	7,8	7,78	7,81	7,81	8

c)

Soluz. di NiCy_4K_2 (circa al 5 %) contenente gr. 0,01070 Ni per cc.

	Trovato		Calcolato per NiX
	I	II	
Ossigeno	0,01441	0,01441	0,01458
riferendosi ad un grammi-atomo di Ni:			
Ossigeno	7,91	7,91	8

I risultati ottenuti nelle determinazioni jodometriche ora riportate dimostrano chiaramente che nella soluzione rossa è contenuto un composto del nichel monovalente, in accordo colle precedenti determinazioni dell'idrogeno.

III. Abbiamo voluto controllare queste determinazioni jodometriche anche con dosaggi ossidimetrici eseguiti per mezzo di una soluzione titolata di acqua ossigenata.

Si aggiungeva la soluzione rossa all'acqua ossigenata a titolo noto e si dosava l'eccesso di quest'ultima jodometricamente. Va notato che a temperatura ordinaria l'acqua ossigenata diluita non ossida la soluzione rossa con la rapidità istantanea dello jodio, ma occorre per far scomparire il colorito rosso di agitare un poco.

Soluz. di NiCy_4K_2 (circa al 4 %) contenente gr. 0,008672 Ni per cc.

	Trovato		Calcolato per NiX
	I	II	
Ossigeno	0,01168	0,01146	0,01182
riferendosi ad un grammi-atomo di Ni:			
Ossigeno	7,90	7,75	8

* * *

Data la concordanza dei risultati ottenuti coi tre metodi analitici ora ricordati, ci è sembrato superfluo istituire in proposito altre determinazioni analitiche.

Da quanto finora abbiamo esposto risulta nettamente provato che nella soluzione rossa derivante dalla riduzione del nichelocianuro NiCy_4K_2 esiste un composto, o meglio un cianosale del nichel monovalente; è avvenuto cioè in tale processo di riduzione il passaggio da un cianosale (giallo) del nichel bivalente ad un cianosale (rosso) del nichel monovalente. Siamo già riusciti ad isolare quest'ultimo ed a stabilirne la formola, come riferiremo in una prossima Nota.

Chimica. — *Sui composti di sali idrati con basi organiche (Ditionati, solfati, tiosolfati).* Nota di F. CALZOLARI, presentata dal Socio G. CIAMICIAN.

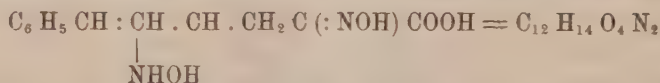
Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Chimica. — *Azione dell'idrossilamina sui chetoni del tipo $\text{R} \cdot \text{CH} : \text{CH} \cdot \text{CH} : \text{CH} \cdot \text{CO R}$.* Nota V di R. CIUSA e G. B. BERNARDIS, presentata dal Socio G. CIAMICIAN⁽¹⁾.

Per azione del cloridrato di idrossilamina sull'etere etilico dell'acido cinnamilidenpiruvico



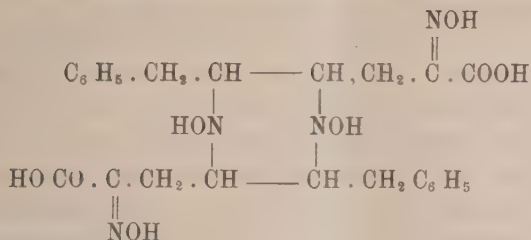
in presenza di acetato sodico, uno di noi ottenne una sostanza $\text{C}_{26}\text{H}_{34}\text{O}_9\text{N}_4$ fondente a 213° che non riduceva il liquore di Fehling⁽¹⁾. Avendo ora ripreso lo studio della reazione, abbiamo potuto constatare che la sostanza in questione contiene una mol. d'alcool di cristallizzazione: inoltre non assorbe bromo, non reagisce con la benzaldeide e si scioglie come la diossima negli alcali in un liquido incolore. Mettendo in evidenza l'alcool di cristallizzazione si vede che la sostanza $\text{C}_{26}\text{H}_{34}\text{O}_9\text{N}_4 = \text{C}_{24}\text{H}_{28}\text{O}_8\text{N}_4 \cdot \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ è formata da due molecole di idrossilaminossima dell'acido cinnamilidenpiruvico



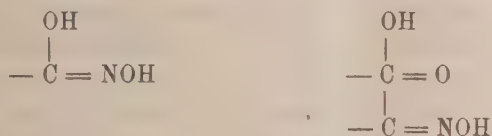
⁽¹⁾ Lavoro eseguito nell'Istituto di chimica generale dell'Università di Bologna.

⁽²⁾ Questi Rendiconti, XIX, 2°, 58; Gazz. Chim. Ital., XLI, 1°.

unite assieme in modo da saturare reciprocamente i doppi legami.



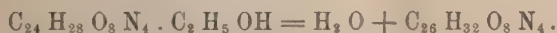
La sostanza dà poi assai facilmente un sale di rame poco solubile, verdopomo, ed una colorazione rosso-ciliegia coi sali ferriici. Tale contegno ricorda quello degli acidi idrossamici: la sostanza però che non reagisce ulteriormente con fenil- e p-nitrofenilidrazina, non contiene più gruppi chetonici liberi ed è quindi da considerarsi come un α -isonitrosoacido. Ora si può comprendere assai bene come un acido idrossamico ed un α -isonitrosoacido abbiano un contegno analogo in quanto si riferisce alla formazione di sali complessi.



L'ossima dell'acido piruvico dà infatti un sale di rame e la colorazione rosso-ciliegia coi sali ferriici: questo contegno dell'acido isonitrosopropionico era noto, ma non ci risulta che sia mai stato messo a confronto con quello degli acidi idrossamici. In generale, dunque, la colorazione rossa coi sali ferriici e la formazione di un sale di rame, è provativo per un acido idrossamico: in qualche caso, come in questo degli acidi chetonici, non è però sufficiente.

La sostanza $\text{C}_{24}\text{H}_{28}\text{O}_8\text{N}_4 \cdot \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ per azione del carbonato sodico fornisce *immediatamente* un sale sodico $\text{C}_{24}\text{H}_{26}\text{O}_8\text{N}_4\text{Na}_2$ insolubile in acqua fredda. Da questo sale sodico per trattamento con un acido si ottiene una sostanza $\text{C}_{24}\text{H}_{28}\text{O}_8\text{N}_4$ che non è capace di addizionarsi all'alcool e fonde a 205° . Evidentemente nella salificazione e per azione dell'acido la sostanza di partenza si isomerizza: ammessa la formula data più sopra sono possibili secondo la teoria di Hantzsch e Werner quattro diossime isomere. Anche questa sostanza $\text{C}_{24}\text{H}_{28}\text{O}_4\text{N}_4$ fondente a 205° non riduce il Fehling come il suo isomero, non assorbe bromo non reagisce con la benzaldeide nè con la fenilidrazina, e dà le reazioni degli acidi idrossamici.

La sostanza $\text{C}_{24}\text{H}_{28}\text{O}_8\text{N}_4 \cdot \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ per ebullizione con acido solforico diluito in massima parte si scompone: in piccola parte però fornisce l'*etere etilico*



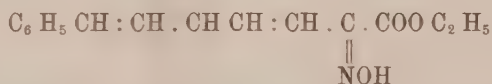
Ciò si può spiegare assai facilmente data la grande facilità con la quale gli acidi chetonici e tutti i loro derivati si eterificano.

Questo etere etilico fonde a 207°, si scioglie negli alcali in un liquido incolore, è insolubile nel carbonato sodico a freddo, a contatto del quale fornisce un sale sodico insolubile, non riduce il liquore di Fehling, non assorbe bromo e dà le reazioni degli acidi idrossamici.

Nella reazione fra cloridrato di idrossilamina e etere etilico dell'acido cinnamilidenpiruvico in presenza di acetato sodico si ottiene oltre alla sostanza fondamentale $C_{24}H_{28}O_8N_4 \cdot C_2H_5OH$, un sale sodico pochissimo solubile in acqua $C_{26}H_{31}O_8N_4Na$ che rimane sul filtro assieme col cloruro sodico. Sciolto in acqua calda e trattato con acido solforico diluito fornisce un isomero dell'etere etilico su accennato $C_{26}H_{33}O_8N_4$ (fondente a 207°) che si ottiene per azione dell'acido solforico diluito all'ebullizione sulla sostanza fondamentale $C_{24}H_{28}O_8N_4 \cdot C_2H_5OH$.

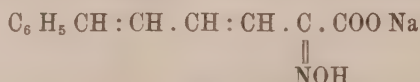
Questo etere etilico $C_{26}H_{34}O_8N_4$ fonde a 198°; e come il suo isomero, del quale è molto più solubile in alcool, si scioglie negli alcali in un liquido incolore, dà le reazioni degli acidi idrossamici, non riduce a freddo il liquore di Fehling, non assorbe bromo. Dovrà ammettersi anche per questo etere una costituzione analoga a quella del suo isomero. L'isomeria potrà dipendere o dai doppi legami carbonio-azoto, oppure dal diverso modo con cui si addizionano le due molecole dell'idrossilaminossima dell'acido cinnamilidenpiruvico.

Dall'acqua madre della reazione, oltre a nuove quantità della sostanza $C_{24}H_{28}O_8N_4 \cdot C_2H_5OH$, si ottiene una nuova sostanza, fondente a 181°, $C_{14}H_{16}O_3N$, la quale altro non è che l'ossima dell'etere etilico dell'acido cinnamilidenpiruvico



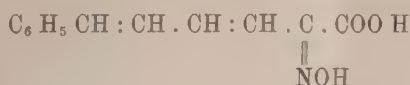
La stessa sostanza, si ottiene pure come unico prodotto della reazione fra cloridrato di idrossilamina e l'etere etilico dell'acido cinnamilidenpiruvico senza aggiunta di acetato sodico. Ciò sta in accordo con quanto ho già fatto osservare nelle Note precedenti, che la presenza di un acido minerale libero impedisce la formazione della idrossilaminossima.

Nella Nota precedente (loc. cit.) fu studiata l'azione del cloridrato di idrossilamina sul sale sodico dell'acido cinnamilidenpiruvico: si ottiene in questo caso il sale sodico dell'ossima dell'acido cinnamilidenpiruvico; e dalle acque madri si ha per aggiunta di potassa il nitrile dell'acido cinnamilidenacetico. In presenza di acetato sodico si ottiene ugualmente il sale sodico



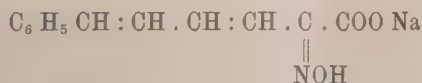
non fu osservata la formazione di alcuna idrossilaminossima.

Da questo sale sodico, per azione dell'acido solforico diluito, si ha l'acido corrispondente *-ac.cinnamiliden- α -isonitrosopropionico*

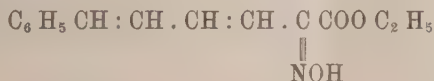


che cristallizza con $\frac{1}{2}$ mol. d'acqua e che, come l'ossima dell'acido piruvico, fornisce un sale di rame verde-pomo poco solubile, e dà coi sali ferriici una colorazione rosso-ciliegia.

Per azione dell'acido cloridrico alcoolico sul suddetto sale sodico



si ottiene il corrispondente etere etilico



fondente a 181° che si ottiene pure: *a*) (come già si disse) come unico prodotto nella reazione fra cloridrato di idrossilamina e etere etilico dell'acido cinnamilidenpiruvico; *b*) come prodotto secondario quando nella reazione si intervenga con acetato sodico; *c*) quando si faccia agire sull'acido cinnamilidenpiruvico il cloridrato di idrossilamina in soluzione alcoolica.

Queste ricerche saranno continuate.

Chimica. — *Idrogenazione dell'acido santoninico. Una biidro-santonina* ⁽¹⁾. Nota II di GUIDO CUSMANO, presentata dal Socio A. ANGELI.

L'idrogenazione catalitica della santonina è stata contemporaneamente eseguita da parecchi sperimentatori. Da Wienhaus e v. Oettingen ⁽²⁾, da Wedekind e Beniers ⁽³⁾, da Bargellini ⁽⁴⁾, e da Rimini e Iona ⁽⁵⁾, facendo agire l'idrogeno, in presenza di nero di palladio sulla santonina sciolta o sospesa nell'alcool o nell'acetone; da me ⁽⁶⁾, facendo agire l'idrogeno in pre-

⁽¹⁾ Lavoro eseguito nel Laboratorio di Chimica generale del R. Istituto di Studi superiori in Firenze.

⁽²⁾ Ann. 397, 219 [1913].

⁽³⁾ Ibid., pag. 246.

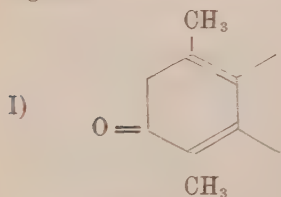
⁽⁴⁾ Rend. Acc. Lincei, XXII, 5^a, I, 443 [1913].

⁽⁵⁾ Rendiconti Soc. ch. it., 52, 1913.

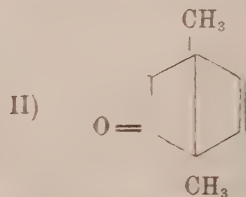
⁽⁶⁾ Rend. Acc. Lincei, XXII, 5^a, I, 507.

senza di nero di platino, sopra il santoninato di sodio in soluzione acquosa. Rimini e Iona operano solamente con eccesso d'idrogeno e ottengono una tetraidrosantonina: Wienhaus e v. Oettingen, Wedekind e Beniers, interrompendo la riduzione dopo l'assorbimento di due atomi d'idrogeno per una molecola di santonina, constatano che parte di questa rimane inalterata e parte addiziona quattro atomi d'idrogeno. Da esperienze di riduzione parziale, invece, Bargellini e lo scrivente, oltre a santonina e a tetraidrosantonina, ricavano il primo una biidrosantonina, che dall'alcool acquoso cristallizza in laminette madreperlacee con p. f. a 148-150° e il secondo, ancora una biidrosantonina, che dall'alcool acquoso cristallizza in aghi fusibili a 99 gradi.

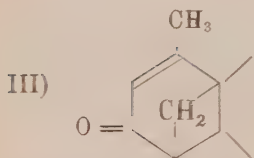
La presenza di tali composti biidrogenati fra i prodotti della riduzione della santonina, modifica essenzialmente le conclusioni sulla struttura di questa, che Wienhaus e v. Oettingen traggono, fondandosi principalmente, sulla formazione esclusiva di tetraidrosantonina. Gli Autori, tra le formole in vari tempi proposte per la santonina, prendono in considerazione le cinque seguenti:



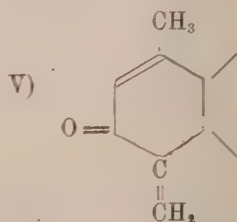
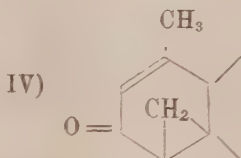
Cannizzaro e Gucci
1892



Cannizzaro e Andreocci 1892-93
Francesconi 1899



Angeli e Marino 1907



Francesconi e Cusmano
1908

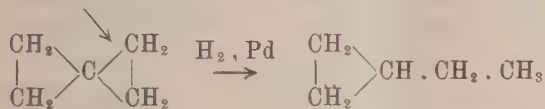
Scartano le formole II, III e IV, perchè nella riduzione catalitica a temperatura ordinaria del sabinene e del tujene da un lato, della canfora, del fencone, pinene, canfene dall'altro, non si rompono i legami diagonali o i ponti. Scartano la V, non sembrando loro d'accordo con il fatto che si può riavere inalterata la santonina da un suo prodotto d'addizione con acido cloridrico, molto instabile (*). La scelta cade sulla formola I, la quale con

(*) Tale prodotto si trasforma rapidamente in un derivato della desmotroposantonina (Gazz. ch. it., 38, II, 101 [1908]).

il suo sistema coniugato di doppi legami spiegherebbe ⁽¹⁾ come, nelle condizioni di una riduzione parziale, si trovi solamente tetraidrosantonina accanto a santonina inalterata. Difatti, Paal e Goes e Schöninger ⁽²⁾ hanno osservato che la riduzione graduale di una sostanza due volte non satura avviene allorché i doppi legami non formano sistema coniugato; nel caso contrario, dopo l'assorbimento di due atomi d'idrogeno, si trova che una metà della sostanza è rimasta inalterata e l'altra si è ridotta completamente.

Ora, con la scoperta delle biidrosantonine, l'applicazione della regola di Paal conduce a conclusioni opposte a quelle di Wienhaus e von Oettingen, cioè ad escludere per la santonina due doppi legami coniugati.

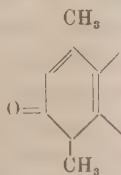
Del resto non mi sembra che, al presente stato delle ricerche sulla idrogenazione catalitica, si possano direttamente applicare i risultati di essa all'indagine della struttura di una sostanza. Se con tale nuovo sistema di riduzione, in molti casi non si è avuta l'apertura di nuclei, tuttavia comincia ad apparire qualche esempio, in cui tale reazione si è resa possibile. Zelinsky ⁽³⁾, usando come catalizzatore nero di palladio, a freddo e quantitativamente ha trasformato lo spirociclano in etiltrimetilene:



D'altra parte, durante la riduzione è possibile che una sostanza si trasformi in un isomero. Ancora Zelinsky ⁽⁴⁾ ha osservato questo fatto nel caso del pinene con palladio e idrogeno, e Willstaetter e Heidelberger ⁽⁵⁾ lo hanno osservato per il ciclo-octatetrane in presenza di nero di platino e idrogeno.

Non è inverosimile che tale isomerizzazione avvenga anche per la santonina. Forse, la relativa difficoltà a separare il prodotto intermedio di riduzione, è da ascrivere al formarsi di un doppio legame, che rende il prodotto stesso atto ad assorbire velocemente l'idrogeno.

(¹) La medesima spiegazione darebbe la formola



proposta da Bargellini nel 1907 (R. Acc. dei Lincei, XVI, 5^a, II, 252).

(²) Berichte, 45, 2221 [1912].

(³) Berichte, 46, 168 [1913].

(⁴) Berichte, 44, 2782 [1911].

(⁵) Ibid., 46, 517 [1913].

Biidrosantonina.

A quanto fu detto intorno a questa sostanza nella Nota preliminare⁽¹⁾ aggiungo alcuni altri dati.

Fatta cristallizzare lentamente da alcool acquoso, o da miscugli di etere etilico e benzina del petrolio forma ciuffi di prismi lunghi alcuni millimetri incolori, trasparenti e lucenti, che fondono a 99°. Tenuta nel vuoto su acido solforico non perde di peso.

Analisi: sost. gr. 0,0660 : CO₂ gr. 0,1759; H₂O gr. 0,051.

	Trovato %	Calcolato per C ₁₅ H ₂₀ O ₃
C	72,67	72,53
H	8,58	8,13

È molto solubile in alcool o in etere a freddo, abbastanza in benzina di petrolio a caldo.

A differenza della santonina, *non ingiallisce alla luce*. Si scioglie in idrato potassico acquoso, fornendo una soluzione giallo-verde, con fluorescenza verde ⁽²⁾ e il colore si manifesta nettamente anche con tracce di biidrosantonina. Una determinazione polarimetrica dette questi risultati: biidrosantonina gr. 0,2194 in cc. 15 alcool a 90°; conc. 1,463 %; lettura $\alpha_D^{48} = +2^{\circ},20$ in tubo di 200 mm. Da cui si calcola $[\alpha]_D^{19} = +75,19$.

Reagisce facilmente con l'idrossilammina. Riscaldandola qualche minuto in una soluzione alcoolica della base, con il raffreddamento si depone l'ossima e la soluzione non si colora più con potassa.

L'ossima della *biidrosantonina* cristallizza dall'alcool, in cui è abbastanza solubile all'ebollizione e poco a freddo, in prismi incolori, lucenti, riuniti a raggi, che fondono a 235° circa.

Analisi: sost. gr. 0,2252: CO₂ gr. 0,5631; H₂O gr. 0,01617.

	Trovato %	Calcolato per C ₁₅ H ₂₁ O ₃ N
C	68,19	68,37
H	7,93	8,06

È insolubile nei carbonati; poco solubile negli acidi minerali. Con potassa non dà colorazione. Riscaldata con acido solforico normale, a poco, a poco cede idrossilammina e restituisce la biidrosantonina la quale si separa oleosa dalla soluzione e dopo qualche tempo cristallizza.

Semicarbazone della biidrosantonina. — Si forma anch'esso rapidamente dalla biidrosantonina e soluzione acquosa alcoolica di semicarbazide. Cristallizza dall'alcool, in cui non è molto solubile a freddo, in prismetti incolori, trasparenti i quali fondono con decomposizione a 243° circa. Riscaldato con acido solforico diluito rigenera la biidrosantonina.

⁽¹⁾ Loc. cit.

⁽²⁾ Il dott. M. Mayer si sta occupando dello studio spettroscopico della sostanza suddetta.

Chimica. — *Sui borati*. Sistema $\text{CaO-B}^2\text{O}^3\text{-H}^2\text{O}$ a 30° ⁽¹⁾. Nota II di U. SBORGI, presentata dal Socio R. NASINI.

La parte preliminare dello studio di questo sistema venne riferita in una Nota precedente ⁽²⁾. Le esperienze sulle quali sto per riferire vennero condotte — come già dissi — facendo reagire, invece che miscugli di CaO , H^3BO^3 , H^2O , miscugli di un borato di calcio con CaO ed acqua o con H^3BO^3 ed acqua in proporzioni variabili. Nella Nota precedente si parlò del modo di reagire dei due miscugli per quanto riguarda il passaggio all'equilibrio: sostanzialmente col secondo modo di reazione il sistema perviene all'equilibrio assai più rapidamente che non col primo. Il borato di calcio prescelto fu — come già dissi — il metaborato esaidrato che preparai col metodo di Van't Hoff e Meyerhoffer ⁽³⁾. Mi attenni alle indicazioni date dagli autori ed ottenni dopo circa 12 ore da quando la soluzione borica era stata aggiunta al latte di calce dei bellissimi cristalli facilmente filtrabili e lavabili. Debbo solo osservare che mentre gli autori dicono essenziale l'aggiunta di alcuni cristalli preformati per provocare la cristallizzazione della massa amorfa io ottenni questa cristallizzazione semplicemente lasciando in riposo.

L'aggiunta della soluzione borica al latte di calce era però stata fatta a piccole proporzioni e con continua agitazione.

L'analisi dette:

	Ca O %	B ² O ³ %	H ² O %
1 ^a determinazione . . .	24,58	30,01	45,41
2 ^a determinazione . . .	24,87	29,96	45,17
Teoricamente	23, 9	29, 9	46, 2

Come si vede, il composto conteneva una traccia di calce, ma non vi ha dubbio che si trattasse dell' 1-1-6: oltrechè dall'analisi questo risultava anche dalle sue caratteristiche.

Piccole quantità di questo borato ben polverizzato si ponevano a reagire nei soliti palloncini con calce ed acqua oppure con soluzioni di acido borico sature a diverse temperature. Qualche volta si provò a scaldare il miscuglio prima di porlo in termostato ma non si notarono differenze notevoli nel tempo necessario alla reazione. La presa di campione delle soluzioni e l'analisi si faceva come è stato detto nella Nota precedente. Nella seguente Tabella riporto i risultati ottenuti indicando nella colonna 2 i miscugli posti a reagire: nell'ultima colonna i corpi di fondo. Debbo avvertire che per quanto riguarda i due corpi di fondo 2-3-9 e 1-3-12 i risultati sperimentali indicarono rispettivamente 9 e 12 molecole di H^2O . Ma questo non può essere certissimo perchè pochi decimi per % di differenza nel contenuto in CaO nel Resto sposterebbero le linee di coniugazione in modo da ottenere un numero diverso

⁽¹⁾ Lavoro eseguito nel Laboratorio di Chimica generale della R. Università di Pisa.

⁽²⁾ Rend. Acc. Lincei, fasc. , vol. , pag.

⁽³⁾ Ann. 351 (1907), pag. 109.

di molecole di acqua, date le condizioni speciali del diagramma ottenuto. Mi riserbo di controllare dopochè il sistema sia studiato ad altre temperature.

TABELLA I.

N. Esperienza	Sostanze poste a reagire	Tempo di agitazione	SOLUZIONE			RESto			
			B ² O ³ %	Ca O %	H ² O %	B ² O ³ %	Ca O %	H ² O %	
1a	CaO + una traccia di 1-1-6 + H ² O	120 ore	0.0141	0.1251	99.8608				
b		216 "	0.0140	0.1263	99.8596	0.0363	4.1403	95.8234	Ca(OH) ^a
2a	"	120 "	0.0321	0.1371	99.831				
b		168 "	0.0321	0.1398	99.828	0.0459	3.226	96.728	"
3a	CaO + 1-1-6 + H ² O	72 "	0.1014	0.1967	99.7019				
b		94 "	0.1012	0.1954	99.7034				
c		122 "	0.0978	0.1938	99.7084	0.2541	5.0575	94.6884	
4	"	9 giorni	0.127	0.2174	99.6556	5.4635	8.9605	85.576	Ca(OH) ^a e 1-1-6
5a	"	120 ore	0.1279	0.2085	99.6636				
b	"	216 "	0.1324	0.2116	99.656				
c	"	264 "	0.1293	0.2079	99.653	14.2	11.9	73.9	"
6	CaO gr. 2 + B ² O ³ gr. 2.38 + H ² O g. 95	148 "	0.1335	0.22	99.6465	16.669	13.112	70.519	1-1-6
7a	1-1-6 + una traccia CaO + H ² O	96 "	0.1320	0.1194	99.7486				
b		120 "	0.1342	0.1202	99.7456				
c		148 "	0.1379	0.1177	99.7444	15.885	13.146	70.969	"
8a	1-1-6 + H ² O	96 "	0.1429	0.1074	99.7497				
b		120 "	0.1395	0.1080	99.7525				
c		148 "	0.1395	0.1085	99.7524	21.111	17.505	61.444	"
9	"	72 "	0.140	0.110	99.7500	22.93	18.93	58.14	"
10a	1-1-6 + H ² BO ³ + H ² O	72 "	0.1619	0.1064	99.7317				
b		96 "	0.1573	0.1060	99.7367				
c		120 "	0.1663	0.1073	99.7264	16.03	9.9615	74.0085	1-1-6 e 2-3-9
11a	"	96 "	0.1641	0.1082	99.7277				
b		120 "	0.1609	0.1058	99.7333				
c		148 "	0.1687	0.1086	99.7227	19.022	14.315	66.665	"
12a	"	96 "	0.1620	0.1101	99.7279				
b		120 "	0.1649	0.1085	99.7266				
c		192 "	0.1690	0.1150	99.716	20.635	11.665	32.300	"

Segue: TABELLA I.

Esperienza N.	Sostanze poste a reagire	Tempo di agitazione	SOLUZIONE			RESTO			
			B ² O ³ %	Ca O %	H ² O %	B ² O ³ %	Ca O %	H ² O %	
13	1-1-6.H ² BO ³ +H ² O	14 giorni	0.171	0.1091	99.7192	23.770	16.000	60.230	1-1-6 e 2-3-9
14a	"	72 ore	0.2862	0.0509	99.663				
b	"	168 "	0.2897	0.0516	99.6587	19.35	10.300	70.350	2-3-9
15a	"	72 "	0.5817	0.0670	99.3513				
b	"	96 "	0.3306	0.0555	99.6139	—	—	—	
16a	"	168 "	0.6097	0.0543	99.3360				
b	"	192 "	0.6138	0.0539	99.3823				
c	"	216 "	0.6117	0.0471	99.3412	17.520	9.096	73.384	"
17	"	240 "	0.7669	0.0595	99.1736	—	—	—	
18a	"	120 "	0.8931	0.0659	99.041				
b	"	216 "	0.8691	0.0666	99.064	17.282	9.193	73.525	"
19a	"	72 "	1.160	0.1288	98.7112				
b	"	120 "	1.0925	0.1285	98.779				
c	"	168 "	1.025	0.0772	98.898	18.712	7.9805	73.3075	—
20a	"	11 giorni	1.128	0.0795	98.7925				
b	"	14 "	1.125	0.0788	98.7962				
c	"	15 "	1.116	0.0759	98.8081	19.185	10.383	70.432	2-3-9
21a	"	3 "	2.6255	0.2872	97.0873				
b	"	14 "	1.984	0.1982	97.8178				
c	"	26 "	1.339	0.0928	98.6610	13.580	5.880	80.540	2-3-9 e 1-3-12
22a	"	3 "	2.154	0.2353	97.6107				
b	"	13 "	1.422	0.0966	98.4814				
c	"	18 "	1.3784	0.09435	98.5273	12.240	6.225	81.355	"
23a	"	5 "	2.173	0.236	97.591				
b	"	9 "	1.987	0.1885	97.8245				
c	"	11 "	1.64	0.1436	98.2164	15.237	9.1325	75.6305	—
24a	"	7 "	2.1263	0.1061	97.7676				
b	"	11 "	2.0588	0.0928	97.8484	24.915	6.513	68.572	1-3-12
25a	"	7 "	2.702	0.2799	97.0181				
b	"	10 "	2.453	0.2427	97.3043				
c	"	12 "	2.178	0.2153	97.6067	—	—	—	—

Segue: TABELLA I.

Esperienza N.	Sostanze poste a reagire	Tempo di agitazione	SOLUZIONE			RESTO			
			B ² O ³ %	Ca O %	H ² O %	B ² O ³ %	Ca O %	H ² O %	
26a	1-1-6, H ³ BO ³ + H ² O	2 giorni	2.4648	0.2746	97.2606				
b		3 "	2.4710	0.2743	97.2547	22.745	17.505	59.75	—
27a	"	10 "	3.004	0.3131	96.6829				
b		12 "	2.509	0.2484	97.2426				
c		14 "	2.434	0.2232	97.3428	23.710	12.770	63.520	—
28a	"	3 "	3.070	0.1386	96.7914				
b		7 "	2.570	0.1006	97.4294				
c		9 "	2.509	0.0991	97.392	13.305	3.2725	83.4225	1-3-12
29a	"	10 "	2.904	0.1282	96.968				
b		12 "	2.730	0.1114	97.159				
c		13 "	2.55	0.1095	97.3405	28.540	7.817	63.643	"
30a	"	6 "	3.732	0.3247	95.9433				
b		8 "	2.6055	0.2633	97.1312	23.21	14.61	62.18	—
31a	"	5 "	3.212	0.1278	96.6602				
b		7 "	2.798	0.1085	97.0935	13.75	3.2532	82.9968	1-3-12
32	CaO + H ³ BO ³ + H ² O	4 "	3.128	0.1304	96.7416	25.627	6.7607	67.6123	"
33	"	3 "	3.3133	0.1433	96.5434	33.053	9.1344	57.8126	"
34	1-1-6 + H ³ BO ³ + H ² O	2 "	4.516	0.5471	94.937				
		3 "	3.643	0.3719	95.9851	18.320	9.106	72.574	—
35	CaO + H ³ BO ³ + H ² O	2 "	3.841	0.152	96.007	21.472	5.4854	73.043	1-3-12
36 (1)	CaO H ³ BO ³ + H ² O		4.250	0.155	V. Esp. 46-56, tab. 1 ^a , Nota I ^a				1-3-12 e H ³ BO ³
37	"	2 "	4.1793	0.1368	95.6839	25.250	0.0893	74.6607	H ³ BO ³

(1) Nella 36 riporto i valori ricavabili dalle Esp. 46-56 della Tabella I della Nota precedente per la composizione della soluzione: per la composizione dei Resti vedere le suddette esperienze. Anche la 37 è tratta dalla Nota precedente.

Per molte esperienze sono riportati i risultati che si ottennero analizzando diversi campioni della soluzione presi agli intervalli di tempo che si possono ricavare dai dati della 3^a colonna. È facile vedere che in una certa zona di concentrazioni il sistema stenta particolarmente a raggiungere l'equilibrio: ciò avviene quando la concentrazione in B²O³ nella soluzione è tra

l'1 e il 2%, analogamente a quanto si aveva coi miscugli di CaO , H^3BO^3 , H^2O . Per alcune esperienze anzi non è stato raggiunto l'equilibrio (in questo caso non si trova indicato naturalmente nell'ultima colonna il corpo di fondo). Specialmente da queste ultime esperienze risulta che il contenuto iniziale in calce nella soluzione è molto alto in confronto al contenuto finale. Di solito si tende ad un valore vicino a quello che si ha inizialmente quando si pongono a reagire CaO , H^3BO^3 , H^2O come si vede facilmente confrontando i valori qui riportati con quelli della tabella I della Nota precedente. Per esempio nella esperienza 27 *a* il contenuto in CaO dopo 10 giorni di reazione è 0,31 % per 3 % di B^2O^3 e nella esperienza 31 della tabella I della Nota precedente si ha 0,34 % di CaO per 2,95 % di B^2O^3 . Nè nel primo nè nel secondo caso si è all'equilibrio. Ma è notevole il fatto che partendo da un composto come il metaborato il quale si scioglie (ved. esperienze 8 e 9) con un contenuto di 0,14 % circa di CaO , per arrivare a composti come quelli che si hanno qui per corpo di fondo (il 2-3-9 o l'1-3-12) sulle curve di solubilità dei quali il contenuto in CaO varia da 0,05 a 0,15 % si passa per un contenuto in CaO molto più alto e vicino a quello che si ha partendo da CaO , H^3BO^3 , H^2O . Questo può indicare che il sistema passa per uno o più composti uguali o simili sia partendo dal miscuglio dei componenti sia partendo da un borato preformato.

Pubblicherò quanto prima i diagrammi ricavabili dalle esperienze contenute in questa e nella precedente Nota, insieme alla discussione dei risultati sperimentali.

Mineralogia. — *Sulla cuspidina degli inclusi nel peperino dei Monti Albani.* Nota di F. STELLA STARRABBA, presentata dal Socio E. STRUEVER.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Geologia. — *Sulla tettonica della Pampa e delle regioni che la circondano.* Parte II. Nota di G. ROVERETO, presentata dal Corrisp. ART. ISSEL.

A sud della Sierra di Cordova e del bacino del Plata le condizioni tettoniche mutano radicalmente nel territorio cui le divisioni amministrative hanno riservato il nome di Pampa Centrale; mentre non esiste un massiccio sopraelevato a formare un'alta sierra peripampeana e periandina, non si ha per contrapposto il grande sprofondamento del cristallino sotto la Pampa stessa, e nemmeno il sinclinale premiocenico e la ingressione marina che da questo fu determinata. Il massiccio cristallino è in molte parti affiorante, e in molte altre non è più profondo di un centinaio di metri — a Toay, ad esempio, nel centro della regione trovasi a m. 150 — e sembra costituire una estesissima *peneplain* inclinata verso l'est, contro il massiccio costiero che forma il basamento delle Sierre del Tandil e della Ventana, ed è continuazione diretta del massiccio uruguayano (fig. 3).

Rispetto a questo massiccio costiero, ho le seguenti osservazioni da registrare: il cristallino uruguayano scompare sotto il Rio della Plata, e, dopo un lungo tratto di pampa, emerge con la Sierra del Tandil: non credo che siano intervenute faglie in questo apparente smembramento, poichè le perforazioni hanno ritrovato il massiccio cristallino a profondità che si collegano con le parti emerse secondo lievissime inclinazioni, e quindi si tratta più che altro di una zona sinclinale. Dalle forme del terreno, che potei ricostruire valendomi delle quote di altezza della rete ferroviaria, si può dedurre che esiste tutto un massiccio non molto profondo, da nord di Bahía Blanca sino a Mar del Plata, e, nell'interno, sino ad una zona di laghi di cui diremo, che lo staccano dal massiccio della Pampa Centrale, e del quale sono parti sopraelevate, quasi di certo per faglie, le Sierre della Ventana e del Tandil, e le minori che a queste si collegano.

La zona di Bahía Bianca, con la sua forte rientranza costiera e con la linea di depressioni che contornano il sopraelevamento della Sierra della Ventana, rappresenta di certo una zona di sprofondamento, poichè la sonda spinta ad Argerich, in mezzo di essa a più di 700 metri di profondità, non incontrò il cristallino, e nemmeno lo incontrò più presso alla Sierra con una perforazione di quasi 300 metri. Ora ciò contrasta non solo a nord con la elevazione della Sierra della Ventana, ma anche a sud, con l'affioramento del cristallino lungo il Rio Colorado, e con la poca profondità cui lo stesso

esiste a Sant'Antonio, sulla costa atlantica; e, per spiegare tutto questo, mi pare che sia necessario immaginare che un gran blocco isolato da faglie perimetrali si sia sprofondato in corrispondenza della zona di depressioni di Bahía Blanca, e che tale fenomeno sia avvenuto in tempi recenti, poichè la sua influenza sulla morfologia esterna è ancora grandissima.

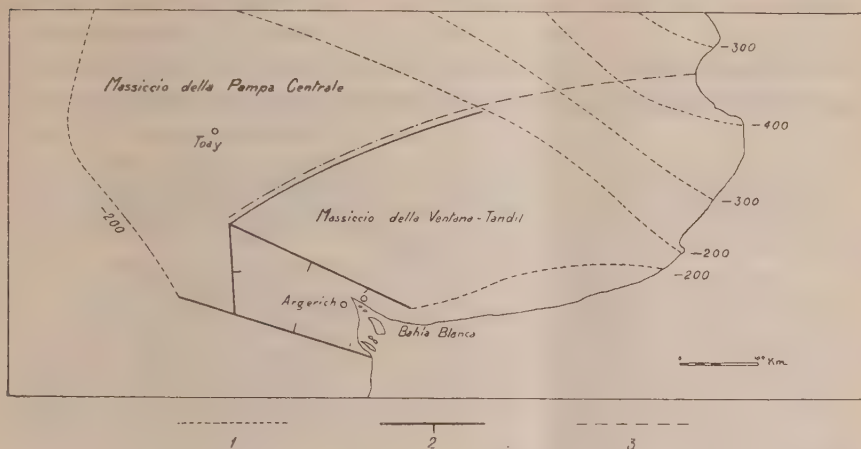


FIG. 3. — 1. Curve di livello profonde del massiccio cristallino del sud della provincia di Buenos Aires e della Pampa Centrale riferite all'attuale livello del mare; 2. Faglie perimetrali; 3. Supposto sinclinale quaternario.

Per analogia si può supporre che il golfo di Sant'Antonio, di cui la sonda ha fatto conoscere solo la struttura della costa, corrisponda anch'esso ad un massiccio come quello di Bahía Blanca, interamente isolato da faglie perimetrali e sprofondato nella parte invasa dalle acque marine: questo sprofondamento, anch'esso morfologicamente attivo e che interessa l'arenaria grigia dell'araucano, deve essere assai recente. Sprofondamenti relativamente minori debbono corrispondere ai seni circolari, quasi chiusi, che stanno ai lati dell'istmo della penisola Valdéz, come più entro terra debbono la loro origine a sprofondamenti verticali varie conche lacustri, alcune delle quali prosciugate.

Mi rimane da giustificare, fra le cose che ho notato nella cartina, la zona sinclinale indicata fra il massiccio cristallino profondo della Pampa Centrale e il massiccio emergente costiero; essa si basa sul supposto che la fila di laghi salati senza scolo che esiste lungo il confine di nord-ovest del massiccio costiero, sia, come le regioni chiuse del nord, collegata ad una piega sinclinale assai recente. Non è però probabile che tale zona sinclinale sia stata originariamente divisa in una serie di conche chiuse come ora si presenta: queste sono di origine posteriore, probabilmente dovute ai forti

venti di sud-ovest che, incanalati nella depressione sinclinale, hanno operato in essa più che altrove, però saltuariamente come è loro carattere, ed hanno scavato le conche, le quali in seguito furono modificate ed ampliate dalla ondatazione delle acque da loro stesse raccolte.

Parassitologia. — *Nuove osservazioni sul « Toxoplasma cuniculi »*. Nota di A. SPLENDORE, presentata dal Socio B. GRASSI.

Per proseguire le mie ricerche sul *Toxoplasma cuniculi* ho portato meco, al ritorno dal Brasile, alcuni colombi inoculati con materiale di coniglio infetto da questo interessante parassita.

L'infezione sperimentale, secondo il solito, si sviluppò in detti uccelli e pare che, durante il viaggio, il *virus* fosse diventato più attivo del consueto imperocchè uccideva gli animali inoculati in 4 o 5 giorni, mentre la toxoplasmosi sperimentale, ordinariamente, ha una durata di circa due settimane.

Furono necessarie ben tre serie di passaggi in colombi di riserba affinché qualche animale infettato dal parassita arrivasse in Italia ancora vivo durante la breve traversata marittima, che durò appena 14 giorni.

In Italia le reinoculazioni sperimentali furono ripetute sopra conigli, colombi, passerì e varie altre specie di uccelletti europei e tutti questi animali presero l'infezione che si riprodusse con tutti i caratteri clinici ed anatomici già noti da me osservati per la prima volta in S. Paolo.

Senonchè, dopo qualche mese l'inferiore cominciò a diventare eccezionale e, poco a poco, il *virus* andò perdendo la sua attività, scomparendo, finalmente, addirittura, tanto nell'Istituto del prof. Grassi, dove, per cortese ospitalità, le mie ricerche venivano eseguite, quanto in altri laboratori, dove il virus era stato da me fornito a vari ricercatori.

Così, mio malgrado, ho dovuto sospendere una nuova serie di studi, che avevo intrapreso sul *toxoplasma* vivo.

Qualche nuovo fatto, tuttavia, venne fuori dalle ricerche da me eseguite in Italia e mi sembra importante di fare una comunicazione a rispetto, ancora prima di pubblicare la mia estesa Memoria in preparazione sull'interessante parassita.

Alludo principalmente ad alcune strane alterazioni verificate nei muscoli pettorali di alcuni colombi, delle quali ho già fatto menzione in altra recente Nota, presentata al Primo Congresso di Patologia comparata (Parigi, 17-23 ottobre 1912) ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ A. Splendore, *Sulla toxoplasmosi dei conigli*. Pathologica, n. 101, genn. 1913.

In tale occasione io facevo conoscere che alcuni piccioni inoculati di *Toxoplasma cuniculi* presentarono, all'autopsia, certe lesioni muscolari consistenti in strie di forma lineare di colorito bianco-grigiastro, longitudinalmente disposte alla superficie delle fibre superficiali dei muscoli pettorali. Tali strie, che per il loro aspetto potevano ricordare i sarcosporidi, raggiungevano fino alla lunghezza di 2 o 3 mm. Orbene, esaminando attentamente dette alterazioni, in seguito a minuziosa dilacerazione, non venne fuori alcun sarcocisto caratteristico di detti sporozoi, ma l'osservazione microscopica verificò un'infiltrazione parassitaria determinata da corpuscoli di toxoplasma conservanti, in massima parte, la tipica forma e struttura già tante volte da me descritta. In essi si potevano notare tutte le fasi di divisione longitudinale. Incontravansi, non raramente, anche di tali parassiti rinchiusi in vari globuli rossi del sangue, in numero di uno o due per ogni globulo, nel quale ultimo caso il nucleo dell'eritrocita mostravasi dislocato.

Ma in mezzo a tali forme ordinarie, altre, non sempre molto numerose, s'incontravano libere, che si distinguevano principalmente per la posizione del loro nucleo, il quale si trovava situato ad un'estremità del corpo parassitario. Questo presentava predominantemente una forma più o meno fusata. In esse il protoplasma aveva assunto una colorazione azzurrognola un poco più oscura del solito, in mezzo a cui si notavano spesso vari globetti, colorati in azzurro intenso. Il nucleo, come sempre, presentava il colorito rosso-violetto, ma aveva forma più o meno rotonda od a cappuccio, mostrandosi formato di una massa cromatica compatta o granulosa. Incontravansi, talvolta, parassiti che potevano interpretarsi come fasi di graduale passaggio dai corpuscoli di toxoplasma ordinari fino alle forme fusate di cui ho riferito. Senonchè era molto difficile comprendere il significato di queste.

Ciò succedeva nell'estate scorsa. Accingendomi, in questi ultimi giorni, a raccogliere le mie varie osservazioni sul parassita del coniglio, ho voluto riprendere in esame sistematico particolarmente i preparati relativi ai casi di tali piccioni, ed ho avuto la felicità d'incontrare alcuni strisci colorati col Giemsa, nei quali, per quanto mi pare, la natura dei corpi fusati sopra descritti viene posta in luce. Questi strisci provenienti dalle alterazioni muscolari sopra ricordate, erano stati fatti con materiale disteso sui vetrini, sia direttamente senz'alcuna aggiunta al succo muscolare, sia in seguito ad una diluizione di questo, mercè una soluzione fisiologica di cloruro di sodio. In quest'ultimo caso, naturalmente, fu necessario tenere i preparati per qualche tempo all'aria libera per asciugarli prima che venissero fissati in alcool etere.

Orbene, all'esame dei preparati eseguiti in quest'ultima maniera, notasi che molti dei corpuscoli parassiti di forma fusata sopra ricordati subirono modificazioni di volume e di forma. Alcuni sono diventati ovalari, altri rotondoidi o addirittura rotondi, raggiungendo un diametro di 10 e più μ , mentre che nelle condizioni normali non presentano che 7-8 μ di lunghezza per 2-3 μ

di larghezza massima. In tali forme modificate riscontrasi una notevole rarefazione del protoplasma, talchè alcune si presentano appena colorate in azzurrognolo o addirittura incolori, notandosi, per altro, che molti conservano, nel loro corpo, dei globetti colorati in turchino. Il nucleo addossato alla parete ad uno dei poli presenta struttura spesso granulosa.

Incontransi, frequentemente, uno o due blocchetti di cromatina nel corpo protoplasmatico, quasi sempre situati verso il polo opposto al nucleo, i quali presentano, ordinariamente, forma di corti e tozzi bastonetti colorati in rosso-viola, longitudinalmente diretti, senz'alcuna struttura evidente. Bisogna anche notare che essi sono, ordinariamente, situati in direzione parallela ai lati interni di due filamenti cromatici dei quali parleremo appresso. Tali blocchetti di cromatina potrebbero far sospettare una epurazione nucleare, per il fatto che il nucleo corrispondente trovasi in fasi di riduzione. Vedesi, difatti, il nucleo, anch'esso, in un certo grado di rarefazione, divisione e rimpicciolimento. Alcuni parassiti presentano due, altri quattro nuclei, sempre minori, ed è evidente che questi sono risultati da successive divisioni del nucleo primitivo. Finalmente, si osserva uno stadio ulteriore in cui i corpi parassitarii conservano appena due di questi nuclei figli, mentre gli altri due si trovano in uno stato di dissoluzione. Dai due nucleetti principali prendono origine, rispettivamente, due filamenti cromatici colorati in rosso come la massa nucleare, i quali, dopo essersi allontanati dalla regione del nucleo, attraverso il corpo parassitario, frequentemente s'incrociano ed arrivano alla parete opposta, donde fuoriescono, tornandosi liberi per una lunghezza di 3 o 4 μ ed anche più. Detti filamenti, nel nucleetto onde prendono origine, mettono capo ciascuno ad un granulo di cromatina, il quale, in altri casi, mostrasi libero da ogni involucro nucleare.

In altri termini, s'incontra anche qualche volta un corpo parassitario in cui i due filamenti sopra descritti si vedono fuoriuscire da una massa granulare informe, e nella quale non si è conservato alcun nucleo ben definito. Casi ha in cui i filamenti stessi vedonsi uscire da un nucleo unico ancora apparentemente indiviso; ma allora la massa nucleare mostrasi formata di una zona cromatica lievemente colorata in rosso, in mezzo a cui si possono osservare quattro o cinque granuli (cromosomi?), due soli dei quali, rispettivamente, sono legati all'origine dei filamenti.

La constatazione di questi fatti interessantissimi mi ha indotto a ripetere le ricerche più minuziose nei preparati relativi agli organi interni nonchè relativi al materiale muscolare di detti colombi, preparati immersi in alcool etere subito dopo lo strisciamento, cioè senza essere rimasti alcun tempo all'aria prima di essere fissati; ma non ho trovato le forme fusate che allo stato normale sopra descritto, le quali per altro, erano eccezionali nei preparati degli organi interni, dove, invece, s'incontravano in grandissimo numero le forme comuni dei corpuscoli del toxoplasma. Indubitabilmente, quindi,

deve ritenersi che la produzione dei filamenti nelle forme sopra ricordate, sia avvenuta fuori del corpo dell'animale.

Data l'evidente analogia con la formazione dei filamenti cromatici dei gameti della malaria, deve ammettersi che dette forme fusate del *toxoplasma cuniculi* non hanno altro significato se non quello d'individui sessuali. Forse la loro riproduzione nei muscoli superficiali del torace, per la vicinanza di questi col mondo esterno, potrebbe spiegare la condizione di passaggio del parassita in un eventuale ospite di trasmissione, mentre, come si sa, la presenza del toxoplasma nel sangue circolante dei vertebrati infetti è solo eccezionale.

Sarebbe interessantissima la ricerca di questi fatti nei muscoli esterni del coniglio infettato dal parassita; ma, infelicitemente, per mancanza del virus, sul momento ciò non mi è possibile.

Deve ammettersi, intanto, per la ripetuta analogia col parassita della malaria che le forme coi filamenti sopra descritte rappresentano i gameti maschili, per quanto strano sarebbe il fatto se i corpi cromatici a cui mi sono riferito rappresentassero effettivamente il risultato di un'epurazione nucleare. Quali siano le forme femminili non saprei fino ad ora precisare in maniera assoluta; ma potrà suppersi che esse siano rappresentate da alcune delle stesse forme fusate, che non hanno formato filamenti di sorta. Ciò è verosimile, tanto più perchè in alcune di queste il protoplasma presenta una certa colorazione azzurra un poco più cupa dell'ordinario.

Per altro, notevoli differenze morfologiche, che potessero ritenersi come differenze di sesso, non ho, fino ad ora, osservato. Ciò potrà, naturalmente, associarsi con certezza solo quando si sarà arrivati ad incontrare lo sviluppo delle forme sessuali nell'ospite invertebrato, che indubitabilmente deve esistere, sia questo la *stomoxis* da me accusata o sia altro insetto il trasmissore del *Toxoplasma cuniculi*.

Oltre poi ai fatti sopra riferiti, un altro reperto non meno interessante mi fu dato di osservare in un preparato a striscio colorato a secco col metodo di Giemsa; anche questo proveniva da uno dei colombi sopra ricordati ed era relativo al fegato, in cui si riscontrava una enorme riproduzione dei comuni corpuscoli del *Toxoplasma cun.* Riferiscesi quest'altro reperto, ad una forma arcuata fornita di un flagello ad una delle sue estremità.

Io già nella mia terza Nota preliminare, pubblicata sulla « Revista da Sociedade Scientifica de S. Paulo » (seduta del 17 febbraio 1910), e riprodotta sul « Bull. de l'Institut Pasteur » (tom. VIII, 1910, pag. 687) annunziavo che il parassita del coniglio da me scoperto, fra le altre proprietà morfologiche e strutturali, può anche presentare una fase flagellata.

Tale opinione era basata sull'osservazione di alcuni caratteristici corpuscoli (rarissimamente incontrati) i quali, colla forma più o meno arcuata od ovolare già conosciuta, presentavano un lungo filamento inserito ad una

delle sue estremità. Questo filamento libero aveva tutta l'apparenza di flagello.

Senonchè le condizioni in cui tale filamento fu rinvenuto, se potevano bastare per formare nell'animo mio il convincimento che si trattasse di flagello, non erano sufficientemente dimostrative per potersi escludere, in modo assoluto, un inganno di osservazione o una qualsiasi alterazione del corpo parassitario.

Trattavasi, infelicamente, di preparati non molto ben riusciti, colorati col metodo ematossilina ferrica Rosembusch, e in un caso il filamento stesso non lasciava nettamente distinguere la sua origine nel corpo parassitario, in un altro caso non mostrava l'intensa colorazione nera del corpuscolo basale a cui metteva capo. Il filamento, in questo secondo caso, appena apprezzabile, era quasi incolore, mentre il granulo donde prendeva origine, situato nel corpo parassitario a poca distanza dall'estremità attenuata era perfettamente nero a somiglianza del centriolo esistente nel cariosoma del nucleo corrispondente.

L'accertata esistenza di un bleforoplasta, intanto, da me verificata in molti corpuscoli e il comportamento di questo, molto analogo a quanto si conosce nel gruppo dei così detti binucleati di Hartmann, davano nuovo appoggio al mio modo di vedere in favore di una fase flagellata del *Tox. cuniculi*. Il nuovo corpo flagellato ora rinvenuto è molto chiaro ed inequivoco e di esso darò una breve descrizione. Ha la forma arcuata simile a quella di un tipico corpuscolo di toxoplasma ordinario; le dimensioni di $5,5 \mu$ di lunghezza per $2,20 \mu$ di larghezza; un'estremità arrotondata e l'altra alquanto attenuata.

Il protoplasma di questo parassita, al solito, mostra una struttura leggermente areolare e colorito azzurro chiaro. Il nucleo presenta forma rotondeggiante ed è trasversalmente diretto in rapporto alla lunghezza del corpo parassitario, del quale occupa l'intero spessore fra il primo e secondo terzo interno della metà corrispondente all'estremità attenuata, in uno spazio di circa $1,5 \mu$, sembrando formato da una zona cromatica senza struttura evidente, di colorito rosso violaceo alquanto sbiadito. Nel mezzo di detto nucleo e propriamente quasi in corrispondenza del suo limite col bordo della superficie convessa del parassita, dal lato dell'estremità attenuata, notasi un cariosoma formato da un granulo di cromatina piuttosto grosso. Questo presenta colorito rosso-viola più cupo e intenso di quello della zona nucleare circostante, e da esso granulo vedesi nettamente la fuoriuscita di un filamento dello stesso colore, il quale filamento bordeggiando la parete della superficie convessa del parassita, dopo aver descritto un piccolo arco, s'insinua attraverso la piccola estremità parassitaria e tornasi libero per la lunghezza di circa 14μ . Durante il suo decorso esterno, esso descrive un paio di ondulazioni; e appare formato, già fin dalla sua origine, da una serie di bastoncelli di cromatina più o meno avvicinati fra loro, i quali sembrano contenuti

in un debole involucro di protoplasma. Il bastoncello cromatico che si trova a livello dell'estremità parassitaria sembra un poco più rigonfiato degli altri.

Quale sia il significato di tale corpo parassitario flagellato non è facile di poter ben comprendere. Data la struttura del flagello, che ricorda, fino ad un certo punto, quanto fu osservato da Bignami e Bastianelli nei gameti della malaria, si potrebbe pensare che rappresentasse anch'essa una forma sessuale mascolina, ma non vedo ancora come potrebbe stare d'accordo coi gameti, dei quali sopra ho riferito.

Qualunque sia il suo significato, intanto, è fuori di dubbio che esso rappresenta una fase chiara ed inequivoca del toxoplasma.

Tutti questi fatti, uniti agli altri da me fino ad ora pubblicati, e da altri confermati, dimostrano, sempre più, che detto parassita del coniglio da me scoperto è straordinariamente interessante, non solo per il suo notevolissimo potere patogeno verso varie specie di animali, ma anche per le proprietà biologiche da cui è caratterizzato.

PRESENTAZIONE DI LIBRI

Il Presidente BLASERNA presenta due volumi delle *Tavole annuali di costanti e di dati numerici di chimica, fisica e tecnologia*, a nome del direttore delle Tavole stesse dott. C. MARIE; il sen. BLASERNA mette in rilievo la importanza di queste tavole che contengono una raccolta ricchissima di documenti di grande valore per la scienza.

PERSONALE ACCADEMICO

Il Socio R. PIROTTA legge la seguente Commemorazione del Socio straniero EDOARDO STRASBURGER.

EDOARDO STRASBURGER trasse i suoi natali nella Polonia russa, a Varsavia, il 1° febbraio 1844 da genitori oriundi della Sassonia.

Moriva, a 69 anni, la notte del 19 maggio 1912.

Iniziava la sua vita scolastica universitaria a Bonn, nel 1864, e la continuava a Jena, dove, nel 1866, conseguiva la laurea in filosofia.

Dopo un anno di esercizio della libera docenza a Varsavia, veniva chiamato, nel 1869, a Jena professore straordinario di botanica, vi diventava ordinario presto e passava poi, nel 1880, a Bonn, dove rimase fino alla morte.

La sua preparazione scientifica e didattica fu fortunata, perchè a Bonn era Hermann Schacht, grande morfologo, acuto osservatore, abile nella tecnica della ricerca; a Poppelsdorf presso Bonn era anche Giulio Sachs, il celebre fondatore della moderna fisiologia vegetale; a Jena trovava N. Pringsheim,

un osservatore instancabile e profondo, dotato di acuto ingegno e di raro spirito critico; a Jena si incontrava ed entrava in rapporti di viva amicizia con Ernst Hæckel, il quale, come egli stesso scrive, destò in lui l'entusiasmo per i problemi messi in discussione da Carlo Darwin.

Con tali auspici, sotto tale guida, Edoardo Strasburger iniziava la sua gloriosa vita scientifica; dedicando tutto se stesso alla scienza e alla scuola, conquistava vera grandezza nella prima, diventava vero maestro nella seconda.

La sete del sapere, lo stimolo esercitato da ciò che si nasconde e che si vorrebbe conoscere, incatenano al microscopio quest'uomo mirabile per attività, energia e costanza, ad un lavoro indefesso, che lo stanca qualche volta e dal quale si ritempra soltanto nelle ferie scolastiche; ma dal quale ottiene i più nobili godimenti, di trovar sempre cose nuove; di avanzare sempre abbattendo nuove barriere che si opponevano alla scoperta della verità; di poter disporre, orientare, collegare fra di loro i singoli fatti isolati osservati e di assurgere a concezioni generali, a sintesi, alle teorie che permettano la spiegazione dei fatti, ultima aspirazione di chi, lavorando e indagando, sa cosa fa e dove mira.

La facoltà di insegnare fu veramente grande in Edoardo Strasburger, e la esplicò nella scuola, nel laboratorio, nelle conferenze pubbliche e private, nelle pubblicazioni, insomma in tutti i modi; egli amava intensamente la scienza, ma desiderava anche ardentemente comunicare questo affetto agli altri, perchè, come egli stesso in modo nobile si esprimeva in una lettera al suo scolaro ed amico Charles J. Chamberlain: « ciò che mi è di particolare compiacimento si è, che nella mia scuola e nel mio Istituto io ho saputo ispirare uomini valenti, intelligenti e forniti di ideali, a sforzarsi di raggiungere quel medesimo elevato scopo che brillò davanti a me; e che il mio lavoro continuerà a vivere nell'opera loro ».

I suoi metodi di ricerca nei laboratori, il suo metodo di insegnamento nella scuola vennero illustrati da quei veri modelli che sono i suoi *Practicum* e dal celebre *Trattato di Botanica di Bonn*, che con edizioni rapidamente succedentisi dal 1894 teneva al giorno del progresso della botanica gli studiosi di tutto il mondo.

Modesto, schivo degli onori, gentile di modi, cortesissimo nella discussione, riconosceva egli stesso di aver non di rado errato e, troppo modestamente, di avere soltanto in parte saputo raggiungere l'ideale scientifico che vedeva brillare innanzi a sè.

Così seppe procurarsi la universale stima e il più deferente rispetto; e chi ebbe la fortuna di conoscerlo personalmente, serba di lui il più grato ricordo. Egli fu nell'Istituto botanico di Roma e una volta vi venne anche per discutere intorno ad un argomento del quale noi pure ci eravamo occupati, e riconobbe l'esattezza delle nostre osservazioni e si mostrò dolente di non averle conosciute prima.

Edoardo Strasburger amò il nostro paese, perchè la bellezza della sua splendida natura lo affascinava; e le sensazioni che egli provava nella meravigliosa Riviera che percorse ripetute volte e che conosceva quasi per intero, ispirarono anche un libro, *Streizüge an der Riviera*, nel quale più che la esposizione di impressioni di viaggio domina l'espressione di tutta la sua gioia di trovarsi in mezzo al bello, che l'animo suo, nobile e gentile, profondamente sentiva.

Non è certamente agevole cosa esporre, come si conviene in questa occasione, tutta l'opera scientifica di Edoardo Strasburger, perchè i suoi numerosi lavori sono tutti importantissimi, parecchi sono fondamentali.

Egli fu soprattutto un grande morfologo iniziato sotto l'influenza dei morfologi che lo istruirono, lo indirizzarono e coi quali ebbe comunanza di vita e di ideali. e della morfologia percorse e scrutò tutti i vastissimi campi, penetrando per il primo anche in territori nuovi, fino allora non percorsi da nessuno, correggendo o modificando le idee dominanti, ma specialmente innovando ed aprendo vie fino allora sconosciute all'indagine morfologica.

Da quando egli osservava il primo fuso nucleare nell'oosfera fecondata di una Conifera, la sua attenzione veniva attratta verso il nucleo, verso questo costituente morfologico del protoplasto, al quale fino al 1875 si attribuiva, in confronto al citoplasma, una importanza affatto secondaria. E colpito dalla novità dei fatti che si svolgevano sotto i suoi occhi armati delle lenti del microscopio, la sua attività è trascinata ad esplicarsi nel campo della cellula, della citologia da lui creata o almeno interamente rinnovata. E si presenta allora un campo nuovo vastissimo per la ricerca scientifica, ed egli vi penetra con entusiasmo, coll'ardore di chi comprende l'importanza grandissima dei fatti nuovi che va man mano osservando.

E della cellula ricerca allora tutti i componenti morfologici, ed è così condotto ad indagare la costituzione intima, la fine struttura dei due organi essenziali di questo meraviglioso apparecchio vivo, citoplasma e nucleo.

Un primo fatto fondamentale, di un immenso valore per tutta la biologia, egli mette in sodo nel modo più chiaro e luminoso; che il nucleo non soltanto esiste sempre ed è dunque un costituente morfologico del corpo vivo della cellula, costante quanto il citoplasma; ma che esso non scompare dalla cellula viva prima della divisione cellulare nè si ricostituisce a nuovo dopo la divisione cellulare per condensazione di una parte del citoplasma, come si riteneva fino allora; ma che i nuclei delle cellule figlie provengono, come il loro citoplasma, dal nucleo della cellula madre, perchè esso si divide come si divide il citoplasma. E così scopre e segue i particolari più minuti del complicato e meraviglioso processo della divisione del nucleo medesimo; mette in luce il fenomeno nuovo della cariocinesi, stabilendo la persistenza e la continuità del nucleo accanto a quella del citoplasma, la persistenza e la continuità di tutti i costituenti vivi del protoplasto.

Ed è allora eccitato sempre più alla ricerca per tentare di penetrare il profondo mistero della vita, di giungere a trovare le basi morfologiche per mettersi sulla via di spiegare i fenomeni fisiologici più importanti e più oscuri, la amfimitica o i processi della fecondazione, la genetica o la trasmissione dei caratteri dei genitori ai discendenti, la filogenesi o l'origine degli organismi attuali da preesistenti.

Tenace sostenitore della costanza del numero dei cromosomi nei nuclei del medesimo organismo, Strasburger, nel 1888, generalizzando la constatazione già fatta da altri, mette in chiara luce il fatto importantissimo della diversa costituzione del nucleo, in quanto ha riguardo al numero dei cromosomi, nelle cellule sessuali e nelle non sessuali, e più precisamente, stabilisce, per le piante, che il nucleo delle cellule della generazione gametifera contiene soltanto la metà del numero di cromosomi del nucleo delle cellule della generazione sporifera.

Queste due generalizzazioni relative al numero dei cromosomi permettono a Strasburger di portare un nuovo contributo di enorme valore alla geniale teoria della alternanza di generazioni nelle piante superiori fondata fin dal 1852 da quel grande morfologo, vero precursore, che fu Guglielmo F. Hofmeister, secondo la quale, nel ciclo individuale o ontogenetico delle piante medesime si succedono, regolarmente alternando, due generazioni o due individui, uno sporifero e un altro gametifero; teoria la quale già tanto doveva alle sue ricerche del 1872 e del 1882 per aver dimostrato che questa alternanza si presenta in tutte le piante superiori e col sussidio dello studio delle omologie fra i protaili e il contenuto dei granelli di polline e del sacco embrionale, fra il tubo pollinico e lo spermatangio, e colla legge della riduzione continua del gametofito nelle Pteridofite più elevate e nelle Fanerogame.

Egli completa la teoria e la rende per così dire più chiara e più solida collo stabilire che la legge di alternanza di due generazioni, una gametifera, sessuata, l'altra sporifera, non sessuata, viene confermata dalla legge della alternanza del numero dei cromosomi, per la quale il gametofito o generazione sessuata è una fase aploide, ha cioè i nuclei delle sue cellule con numero aploide o ridotto di cromosomi; e lo sporofito o generazione sporifera è una fase diploide, ha cioè i nuclei delle sue cellule con numero diploide, raddoppiato, di cromosomi.

Ma poichè l'alternanza del numero dei cromosomi non può spiegarsi che col passaggio del numero diploide di essi al numero aploide, occorreva cercare e trovare in qual luogo e in quale momento della ontogenesi si compiesse nelle piante il processo di riduzione del numero dei cromosomi. Egli trova che il passaggio dallo stadio o fase diploidale allo stadio o fase aploidale ha luogo, in tutte le piante superiori, alla formazione delle spore, e che si deve al processo complicato della sporogenesi la caratteristica divisione

riduzionale del nucleo, problema difficile e dibattuto, alla conoscenza del quale porta contributi continui e importanti.

E Strasburger mette inoltre in rilievo lo scopo della riduzione, perchè, per suo mezzo, non può avvenire che il numero dei cromosomi raddoppi ad ogni fecondazione. E questa spiegazione della riduzione del numero dei cromosomi, per la quale ad ogni sporogenesi il numero stesso ritorna a quello caratteristico della generazione gametofitica, trova la sua origine nella filogenesi. Siccome colla comparsa della sessualità il numero dei cromosomi posseduto prima da una determinata specie vegetale, si raddoppia; la riduzione, alla sporogenesi, è il ritorno alla generazione originaria, e di conseguenza il numero dei cromosomi, che attualmente riscontriamo nel nucleo delle cellule sessuali, è il numero primitivo, filogeneticamente più antico, mentre il numero doppio di cromosomi dei nuclei del corpo dello sporofito, è filogeneticamente più recente cioè derivato. Strasburger, quindi, colla scorta dei fatti conseguiti nello studio del nucleo, viene a portare un potente appoggio all'opinione di coloro che da tempo sostengono essere nella ontogenesi delle piante superiori il gametofito la forma originaria, primitiva, e lo sporofito una forma posteriore, derivata, che si è gradatamente intercalata fra due generazioni sessuate successive.

Strasburger, che iniziò le sue ricerche scientifiche collo studio della sessualità, le proseguì per tutta la sua vita su questo interessantissimo argomento.

La conoscenza della costituzione intima e del modo di comportarsi del nucleo nella divisione lo spinsero sempre più a scrutare i fenomeni intimi del processo di fecondazione e della caratteristica unione amfimitica dei due gameti. All'epoca nella quale Strasburger iniziava le sue ricerche, non si aveva chiaro il concetto su ciò in cui consistesse il processo, malgrado che il suo maestro, Pringsheim, avesse stabilito, per le piante inferiori, che il processo consisteva nella mescolanza di due cellule differenziate morfologicamente e fisiologicamente, e Schmitz avesse osservato nel 1879, pure nelle piante inferiori, l'unione dei nuclei sessuali.

Egli, nel 1884, osservava nelle piante superiori, che il tubo pollinico lascia uscire dal suo apice i due nuclei sessuali maschili, dei quali uno entra nell'oosfera; e siccome constataba poi, nel 1887, che nei nuclei dello spermo e dell'oosfera i cromosomi erano di egual numero al momento della fecondazione — confermato subito dopo da Guignard, che constataba esservi realmente nel nucleo dell'oospora, cioè dell'oosfera fecondata, un numero di cromosomi corrispondente alla somma di quelli dei nuclei dei due gameti — ammise e sostenne consistere la fecondazione nella materiale mescolanza non tanto dei due gameti e dei loro nuclei, quanto dei cromosomi, che rappresentano nei nuclei sessuali i costituenti essenziali, caratteristici.

E pensò anche Strasburger che le sue osservazioni citologiche sui nuclei sessuali potessero portar luce sulla dibattuta questione della determinazione del sesso, vale a dire quale sia la causa determinante la comparsa di individui maschili e femminili nelle piante dioiche e in quale momento della ontogenesi questo fattore, questo determinante agisca; questione di altissimo interesse anche per le leggi generali della eredità dei caratteri dei genitori. E vi dedicò lunghe e pazienti ricerche, osservazioni ed esperimenti per ben dieci anni, e vi attendeva ancora all'epoca della sua morte.

Potè constatare, nelle piante meno elevate nelle quali vi è una sola sorta di spore, che i determinanti dei due sessi sono presenti nell'unico nucleo della cellula madre delle spore, e la separazione o disgiunzione si fa in modo regolare e preciso allorchè nel processo della formazione delle spore ogni cellula madre produce quattro cellule figlie, quattro spore, delle quali due portano il carattere maschile e danno origine a due discendenti maschi, due portano il carattere femminile e danno origine a due discendenti femmine. Nelle Fanerogame e in generale nelle piante superiori nelle quali vi sono due sorta di spore, sperimentando sulla Mercuriale e sull'Ortica, trovava, che impollinando fiori di individui femminei con polline di individui maschili si otteneva, nei discendenti dei semi, intorno alla metà di individui maschi e di individui femmine, mentre impollinando con polline di maschi puri fiori femminei che talora appariscono negli individui staminiiferi, otteneva discendenti maschi puri. Veniva perciò condotto ad ammettere che, anche in queste piante, nella sporogenesi, tutti i caratteri sessuali di una determinata specie vengano trasmessi ai discendenti, siano essi monoclini o dielini, monoici o dioici; che però nelle forme dioiche esista un fattore speciale, una cosiddetta tendenza sessuale — fattore ancora poco noto che potrebbe essere ad esempio l'eterocromosomo da lui constatato anche in alcune piante, od una qualitativa differenza delle diverse oosfere — capace di ostacolare l'apparizione dell'uno o dell'altro sesso, cosicchè l'uno sia nascosto o mascherato dall'altro; anche perchè appariscono talvolta caratteri sessuali secondarii negli individui di piante dioiche prima assai della comparsa dei fiori; e perchè cause diverse, alcune delle quali note, altre che si lasciano intravedere, possono determinare la comparsa in un sesso di caratteri dell'altro sesso.

E allora egli che mirava con tenace proposito a trovare le cause dei fenomeni che si presentano come effetto immediato e mediato della fecondazione, constatato il modo caratteristico di comportarsi del processo, attribuisce ai soli cromosomi, quindi al solo nucleo da essi essenzialmente costituito, la qualità di substrato materiale dei caratteri ereditarii, avendo essi soli l'ufficio di trasmettere ai discendenti le proprietà dei genitori. La quale opinione, se pure non è da tutti accettata e non possa anche in tutti i casi essere sostenuta, ha tuttavia avuto ed ha sempre un valore grandissimo nello

studio e soprattutto nella interpretazione dei fenomeni che sono effetti della sessualità.

Uno degli effetti più importanti della amfimissia è certamente quello che conduce alla produzione delle forme incrociate, degli ibridi. E a questi prodotti della alterata sessualità normale non poteva non rivolgere la sua mente acutissima Edoardo Strasburger, e ve la rivolse ripetutamente dal 1884 al 1909 su quei curiosi organismi simbiotici che furono comunemente chiamati ibridi da innesto. Egli li ritiene prima veri ibridi da innesto, ammettendo che là dove si fa l'unione dell'innesto col soggetto, abbia luogo una specie di accoppiamento dei protoplasti delle corrispondenti cellule embrionali a contatto dei due organismi; poi, dopo la constatazione della costanza del numero dei cromosomi, dimostra che non possono essere considerati ibridi da innesto, perchè i nuclei delle cellule del supposto ibrido contengono egual numero di cromosomi dei nuclei dei due supposti genitori. E allora tenta di ricondurre anche queste curiose forme alla grande serie dei veri ibridi, degli ibridi cioè amfimitici. Ma nel 1909 si accosta alla teoria che considera questi organismi come chimere delle due specie, in modo che i rapporti di contatto che si stabiliscono fra i tessuti embrionali delle due forme associate coll'innesto, per reciproca influenza, determinino la formazione di germogli dotati di caratteri comuni alle due forme associate, i quali germogli rassomigliano perciò ad ibridi.

Ma Strasburger non trascura lo studio di altre interessantissime manifestazioni, che hanno luogo nelle piante e che sono in relazione colla sessualità. Così appena Nawaschin e Guignard scoprono l'ufficio del secondo dei due nuclei spermatici che nelle piante più elevate, Angiosperme, sono versati nel sacco embrionale dal tubo pollinico, e cioè che mentre uno va ad unirsi all'oosfera per fecondarla, l'altro va ad unirsi al gruppo dei nuclei dal quale ha origine l'albumo; egli — che trova modo di osservare l'importante processo sul vivo — sostiene che non si tratta di una seconda fecondazione, che quindi non ha luogo in queste piante la cosiddetta doppia fecondazione; ma che questo secondo nucleo esercita soltanto uno stimolo vegetativo acceleratore dello sviluppo, che provoca cioè la ripresa dello sviluppo del protallo femminile, dell'endosperma, momentaneamente sospeso, e non già come, altri sosteneva, uno stimolo fecondativo, cioè di trasmissione di caratteri ereditari.

Fin dal 1878 mette in chiaro l'origine della poliembrionia nelle piante, stabilendo che può provenire sia da uno sdoppiamento della cellula ovo prima della fecondazione, sia da proliferazione di tessuto nucellare; constatazione di alto valore, perchè dimostra che un embrione, capace di dare origine a un nuovo individuo sporifero, può provenire non soltanto dalla cellula ovo, ma anche da cellule vegetative, somatiche.

E fu allora condotto a ricercare la natura dei fenomeni apomittici, della partenogenesi e dalla apogamia, soprattutto insistendo sulla differenza fra i due fenomeni, differenza che ha per base il numero dei cromosomi; cosicchè la partenogenesi si ha quando la nuova pianta proviene dalla oosfera non fecondata che è aploide, mentre la apogamia si ha quando il nuovo individuo, che si svolge senza fecondazione, proviene da una cellula somatica che continua, per così dire, il suo sviluppo e che è diploide.

Alla morfologia generale delle piante più elevate, Gimnosperme e Angiosperme, dedicò E. Strasburger una lunga serie di accurate minuziose ricerche, i risultati delle quali furono consegnati specialmente in due opere fondamentali (1872 e 1879), che sono e resteranno modelli di ricerche comparative, e che furono dirette soprattutto a stabilire le omologie fra le parti costitutive del corpo di queste piante e i rapporti colle parti corrispondenti delle piante inferiori più elevate, contribuendo in modo veramente insigne a stabilire le basi della filogenesi delle piante superiori.

Il sempre nuovo problema della via di trasporto della soluzione acquosa assorbita dal terreno dalla maggior parte delle piante e innanzitutto del meccanismo che rende possibile il trasporto medesimo, ha attratto, come numerosi altri ricercatori, anche E. Strasburger. E se anch'egli non è riuscito a risolvere il problema che ancora rimane oscuro nelle sue cause, è però stato condotto ad eseguire un lavoro, pubblicato nel 1891, sulla costituzione fina del legno e della corteccia delle piante superiori, da tutti riconosciuto veramente meraviglioso per l'enorme quantità di fatti osservati e per il metodo di ricerca adottato.

Edoardo Strasburger muoveva i primi passi sulla via della scienza in modo fermo, risoluto, quasi avesse già un programma prestabilito da svolgere; subito si affermava e richiamava l'attenzione prima, poi riscuoteva l'ammirazione di tutti gli studiosi. Dominava per quasi un cinquantennio nel campo della morfologia, specialmente della morfologia cellulare, e lasciava sul cammino lungo e aspro del progresso di questo fondamentale ramo della biologia tracce così luminose che per molto tempo varranno a indicare la via agli studiosi; segnava colle sue ricerche un solco così profondo, nel campo della biologia generale, che non scomparirà, perchè con esse concorre magistralmente a porre le basi morfologiche delle teorie moderne intorno ai fenomeni fondamentali della vita.

Giustamente dunque fu detto che, coll'opera sua, Edoardo Strasburger aveva eretto un monumento imperituro alla scienza e a se stesso.

E. M.
